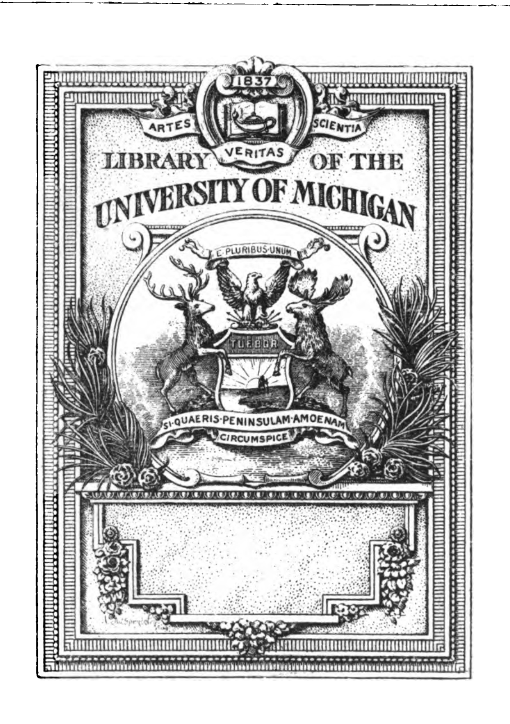
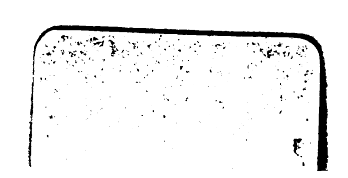
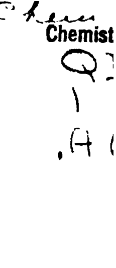

1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE




Chemist

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XIX.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME DIX-NEUVIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, Cloître Saint-Benoît, n° 16, près celle des Mathurins.

1821.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, nº 4.

―――――――――――――――――――――――――

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

NOUVELLES RECHERCHES

Sur la Composition de l'argent antimonié sulfuré (Haüy).

Par Mr P. A. DE BONSDORFF,
Profeseur adjoint de chimie, à Abo.

(Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences* de Stockholm, pour l'année 1821.

D'APRÈS les analyses les plus récentes, et surtout d'après celle de Klaproth, de l'argent rouge (argent antimonié sulfuré), on a considéré ce minéral comme une combinaison de sulfure d'argent, de sulfure d'antimoine et d'oxide d'antimoine (1). L'analyse qui, en dernier lieu,

(1) D'autres chimistes ont conclu de leurs analyses que non-seulement l'antimoine, mais aussi l'argent, se trouvaient oxidés dans ce minéral. Proust n'a pas admis l'oxide d'antimoine, mais il a donné 3 parties pour cent d'oxide de fer, 3 parties de sable et 3 parties d'eau avec la perte.

fut faite par Klaproth de l'argent rouge de Andreasberg en a déterminé la composition ainsi qu'il suit :

Argent,	60;
Antimoine,	19;
Soufre,	17;
Oxigène,	4.
	100.

Mais cette analyse ainsi que celles faites par d'autres chimistes n'ont fourni aucune preuve positive de l'existence de l'oxigène dans le minéral : on s'est contenté seulement de prendre pour de l'oxigène la perte obtenue dans l'analyse. Par conséquent, la présence ainsi que la proportion de l'oxigène n'étant encore appuyées que sur des bases incertaines ou insuffisantes, et d'ailleurs les résultats de ces recherches n'étant pas d'accord avec les proportions déterminées, on pouvait espérer qu'une nouvelle analyse de cette substance ne serait peut-être pas sans intérêt.

J'ai eu nouvellement l'occasion de faire quelques expériences sur l'argent rouge de Andreasberg, dans le laboratoire de M. Berzelius, et je me suis proposé de les soumettre ici au jugement du lecteur.

D'abord, j'ai essayé, au moyen de l'acide muriatique délayé, d'extraire le prétendu oxide d'antimoine : le minéral, en morceaux très-purs, fut réduit en poudre très-fine (1), et traité avec l'acide muriatique délayé avec

(1) La pulvérisation de ce minéral offre quelque difficulté, parce que la poudre devient à la fin presque écailleuse, et

de l'eau, jusqu'au degré suffisant pour ne pas décomposer le sulfure d'antimoine; ce qu'il est facile de reconnaître, au moyen d'un papier sur lequel on a écrit avec de l'acétate de plomb; mais j'ai trouvé que l'acide muriatique ainsi délayé ne pouvait dissoudre aucune partie du minéral.

J'ai voulu ensuite traiter le minéral avec du gaz hydrogène au moyen de la chaleur, dans l'espérance que l'hydrogène réduirait l'oxide d'antimoine supposé, et produirait de l'eau dont le poids servirait à déterminer la quantité de l'oxigène. Mais pour me convaincre préalablement si je pouvais compter sur le résultat de cette expérience, j'en ai fait une semblable sur une combinaison artificielle de sulfure et d'oxide d'antimoine.

L'appareil dont on s'est servi était à-peu-près construit comme celui employé par M. Berzelius pour l'analyse des mines de nickel (1), et se composait, 1° d'un matras de verre dans lequel le dégagement du gaz hydrogène se faisait par la dissolution du zinc dans l'acide sulfurique; 2° d'un tube contenant du muriate de chaux fondu pour sécher le gaz; 3° d'une petite boule soufflée sur le milieu d'un tube de baromètre; en sorte que le tout avait la forme de *DE* jusqu'à *F* dans la figure appartenant au Mémoire cité de M. Berzelius; 4° d'un petit récipient construit de la même manière que la petite boule dont on vient de parler; et 5° d'un second tube contenant du

---

la division mécanique ultérieure s'opère très-péniblement, même au-dessous de l'eau.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, juin 1821, pag. 239 et 245.

muriate de chaux. Toutes ces parties étaient réunies les unes aux autres par des tubes de gomme élastique, dans l'ordre où on vient de les énumérer; et la petite boule, ainsi que le récipient et le second tube de muriate de chaux, étaient tous exactement pesés.

De l'acide antimonieux (deutoxide d'antimoine), séparé du sous-antimonite de potasse par l'acide nitrique, fut mêlé avec de l'antimoine métallique à parties égales, et mis dans un petit matras dont le col fut allongé, à l'aide de la lampe, en tube capillaire. Le matras fut mis dans un bain de sable, et chauffé au rouge pendant dix minutes. Le matras ayant été cassé après l'opération, on trouva sublimés dans la voûte des cristaux blancs ou blancs-jaunâtres, de formes différentes, savoir : des octaèdres et des prismes en forme d'aiguilles, qui étaient probablement des oxides différens de l'antimoine. La masse au fond du matras était formée, en dessous, d'un culot métallique, et au-dessus, d'oxide qui formait une masse grise-jaunâtre fondue. C'est avec le culot métallique, mêlé avec 40 pour cent de soufre pur, qu'on a préparé le sulfure d'antimoine : l'excès de soufre a été chassé par la chaleur.

L'oxide qui était au-dessus de l'antimoine ayant été pulvérisé, fut mêlé exactement avec le sulfure d'antimoine dans la proportion désignée par la formule $\dddot{S}b + 2\,SbS^3$, que M. Berzelius a proposée pour l'antimoine oxidé sulfuré (Haüy) comme la plus probable, savoir : 100 parties de sulfure avec 43,2 parties d'oxide. On mit dans un petit matras une portion de ce mélange, qui, après avoir été doucement chauffée, pesait 2,335 gram. Le matras ayant été exposé à la flamme

d'une lampe à esprit-de-vin, à une chaleur d'un rouge sombre, le mélange se fondit parfaitement, et donna après le refroidissement le même poids de 2,335 gr. Le produit de cette opération fut une masse vitreuse d'un éclat métallique et d'une couleur gris de fer, tirant un peu sur le rouge, très-semblable à celle des variétés plus sombres de l'antimoine oxidé sulfuré. Elle paraissait être opaque, mais sur les côtés du matras où elle était montée, et formait une pellicule mince, elle était translucide et avait une couleur rouge-jaunâtre. Pulvérisée, elle prit une couleur brune-rougeâtre. La masse, fondue, n'ayant point changé de poids, il était évident que pendant la combinaison nulle séparation de soufre ou d'oxigène n'avait pu avoir lieu.

Une portion de cette combinaison pulvérisée et du poids de 1g,27 fut mise dans la petite boule appartenant à l'appareil ci-dessus décrit; les tubes de gomme élastique furent liés à ce matras, les autres parties de l'appareil ayant été auparavant arrangées. Après que le gaz hydrogène se fut dégagé un peu de temps, de manière que l'air atmosphérique devait être chassé de l'appareil, on chauffa peu à peu la matière à l'aide de la lampe à esprit-de-vin. Bientôt l'eau commença à se former et à se déposer dans le récipient. Lorsque l'opération eut duré deux à trois heures, la masse antimoniale avait dissous et pénétré le verre de la boule; en sorte qu'une flamme de soufre se manifestait au dehors de la boule. Le feu fut donc retiré, et l'opération interrompue. Pendant toute l'expérience il s'était dégagé du gaz hydrogène sulfuré, qui, par un tube courbé réuni au dernier tube de muriate de chaux, fut recueilli dans de l'eau

mêlée avec de l'ammoniaque, pour empêcher sa dispersion dans l'air. Dans le récipient était restée une portion d'eau qui pesait 0,04 gr.; mais une quantité plus considérable s'était déposée sur le muriate. Dans le matras, on a trouvé un résidu qui était pour la plus grande partie de l'antimoine métallique avec un petit reste de soufre.

Après qu'il fut ainsi prouvé que le gaz hydrogène pouvait réduire l'oxide d'antimoine dans sa combinaison avec le sulfure d'antimoine, on entreprit la même opération avec 1g,504 d'argent rouge, et on recueillit et on décomposa tout le gaz hydrogène sulfuré qui se forma, pour déterminer la quantité de soufre par la même expérience. Pour cet effet, on fit passer les gaz qui se dégagèrent dans quatre flacons, dont les deux premiers contenaient une dissolution de sulfate de cuivre, et les deux derniers une dissolution du même sel à laquelle on avait ajouté de l'ammoniaque en excès.

Après que le dégagement du gaz hydrogène eut duré un peu de temps, et que l'air atmosphérique dut être parfaitement chassé, on chauffa modérément l'argent rouge à la flamme de la lampe à esprit-de-vin, et le courant du gaz hydrogène fut dirigé d'une manière douce et lente. D'abord, il se forma une fumée pâle qui poussait par l'ouverture du tube de la petite boule, mais qui cessa quelques instans après, sans laisser aucune trace de son existence. Le gaz hydrogène sulfuré commença bientôt à se former, et donna de suite naissance à un précipité noir dans le premier flacon, ensuite dans le second, successivement dans le troisième, et enfin aussi un peu dans le quatrième : il ne s'était pas condensé dans le récipient la moindre trace d'eau, mais une substance

sombre semblable à une fumée s'y était déposée en très-petite quantité. Après que le feu eut continuellement été entretenu pendant huit heures, la mine d'argent s'était transformée en un culot métallique qui, à la chaleur de la lampe, coulait facilement; et dans la voûte de la boule, ainsi que dans ses cols, il s'était déposé un sublimé grisâtre peu considérable. Quand le gaz hydrogène sulfuré eut cessé de se former, et que la matière ne diminua plus, on retira le feu et on démonta l'appareil. Le poids du résidu dans la boule fut trouvé égal à 1,2365 gr.; la boule fut coupée; en sorte qu'on put retirer le culot, dont le poids était de 1,2255 gr. Sa surface était presque par-tout d'un éclat métallique; mais elle était, au côté supérieur, couverte çà et là d'une poussière noire et fine, dont la quantité pourtant était si petite qu'on ne put la séparer : il est possible que ce ne fût que de l'antimoine dans un grand état de division. Le petit sublimé, plus un résidu terreux brunâtre au fond de la boule où le culot s'était trouvé, pesait 0,011 gr. Le récipient, malgré la fumée qui s'y était déposée, n'avait point acquis une augmentation sensible de poids; le tube contenant le muriate de chaux n'avait ajouté à son poids que 0,010 gr., et l'on a observé que les morceaux de sel étaient salis d'une poussière brunâtre qui avait dû concourir à cette augmentation. D'après ce que nous avons observé plus haut, il s'ensuit que les parties enlevées par l'hydrogène étaient égales à 1,504 — 1,2365 = 0,2675, c'est-à-dire, 17,785 pour cent.

On procéda ensuite à l'examen du culot qu'on avait obtenu, qui, selon toutes les apparences, n'était qu'un alliage d'argent et d'antimoine. On résolut d'opérer la

séparation de l'antimoine par sa volatilisation sur une coupelle; mais préalablement on fit une épreuve avec un alliage d'argent et d'antimoine fondus, à dessein, ensemble.

Cet alliage, qui était composé de 31 parties d'antimoine et de 69 parties d'argent, et qui, dans sa cassure et toute son apparence, ressemblait parfaitement à celui qu'on avait obtenu de l'argent rouge, fut mis, à la dose de 0,738 gr., sur une petite coupelle qui fut introduite dans la moufle chauffée au rouge d'un fourneau de coupelle. La chaleur fut augmentée par un tuyau d'aspiration, et au moyen d'un charbon qui fut mis à l'ouverture de la moufle. L'antimoine commença bientôt à se volatiliser en grande quantité, et quand enfin, par une chaleur plus intense et à l'aide d'un soufflet il ne se forma plus de fumées d'antimoine, on cessa l'opération. Le poids du régule resté était 0,512 gr. : il était bien malléable; mais la surface en était terne et un peu grisâtre, ce qui semblait indiquer qu'il n'était pas tout-à-fait exempt d'antimoine. On l'enveloppa conséquemment dans 5 parties de plomb laminé pur, et on le coupella comme un essai ordinaire d'argent, jusqu'à ce que l'éclair se manifestât. Le bouton ainsi obtenu avait une couleur d'argent parfaitement blanche, une surface brillante, et pesait 0,507 gr. Une autre épreuve de l'alliage donna, après la première calcination, un culot mat dont le poids était dans la même proportion que celui du culot de la première épreuve, et ce culot laissa, après dissolution dans l'acide nitrique, une petite portion d'oxide d'antimoine. Le bouton, au contraire, qui avait été coupellé avec du plomb, se dissolvit dans cet acide sans le moindre résidu.

Après ces expériences préliminaires, on prit une portion de 0,511 gr. du culot obtenu de l'argent rouge, et on la soumit au procédé ci-dessus décrit. La première coupellation donna un bouton de 0,375 gr., dont la surface était terne et grise-jaunâtre, et quand on l'eut passé à la coupelle avec 5 parties de plomb, l'on obtint un bouton blanc argenté et brillant, dont le poids était 0,370 gr. Il se dissolvit parfaitement dans l'acide nitrique, et donna avec l'acide muriatique du muriate d'argent qui, fondu, pesait 0,490 gr., correspondant à 0,369 gr. de métal. Conformément au premier résultat, tout le culot de 1,2255 gr., qu'on avait obtenu du minéral, contenait 0,8866 gr. d'argent, et l'antimoine volatilisé était équivalent à 0,3389 gr.; ce qui fait, sur 100 parties d'argent rouge, 58,94 parties d'argent et 22,54 d'antimoine.

La matière qui, pendant la décomposition de l'argent rouge, était restée dans la boule et dans les cols, faisait, d'après ce que nous avons noté plus haut, le poids de 0,011 gr. La substance sublimée, traitée par l'acide nitrique, se dissolvit en partie, et le muriate de baryte y indiqua la présence du soufre; le reste s'est dissous dans l'acide muriatique, et ne contenait, autant qu'on a pu en juger, que de l'antimoine. Le sublimé était ainsi formé de sulfure d'antimoine qui avait échappé à l'action du gaz hydrogène. Son poids était 0,0065 gr.; il renfermait conséquemment 0,0047 gr. d'antimoine et 0,0018 gr. de soufre. Les 0,0065 gr. ayant été retranchés des 0,011 gr., il resta 0,0045 gr., qui étaient le poids de la substance terreuse brunâtre qui se trouvait au fond de la boule, et

qui, en considération de sa petite quantité, put difficilement être examinée.

Le sulfure de cuivre qui s'était précipité tant dans la solution de sulfate de cuivre que dans celle de l'ammoniure de cuivre, fut recueilli sur un filtre, et exactement lavé par l'eau. Après cela, il fut dissous dans l'acide nitro-muriatique, qui, après une digestion lente, laissa une poudre de soufre jaune pâle. Celle-ci, bien séchée, pesait 0,106 gr., et brûlait parfaitement jusqu'à un résidu à peine perceptible. La solution qu'on avait obtenue et séparée du soufre fut chauffée et précipitée par le muriate de baryte, et fournit du sulfate de baryte qui, après avoir été rougi, pesait 1,04 gr., correspondant à 0,143 gr. de soufre. Toute la quantité de soufre se monte ainsi à 0,248 gr.; sur quoi il faut observer que la poussière déposée sur le muriate de chaux, de laquelle nous avons parlé plus haut, n'était probablement que du soufre qui avait été entraîné par l'hydrogène sulfuré chaud. On se rappelle aussi que le gaz hydrogène avait enlevé à l'argent rouge une quantité de matière égale à 0,2675 gr.

Le résultat de cette analyse est donc :

		Sur 100 part.		Oxigène.	Soufre.
Argent,	0,8865	58,94	qui prendraient	4,36	8,768
Antimoine,	0,3436	22,84		4,19	8,423.
Soufre,	0,2498	16,61			
Substance terreuse,	0,0045	0,30			
Perte,		1,31			
		100,00.			

En réfléchissant sur ce résultat, nous voyons que les quantités d'argent et d'antimoine données sont susceptibles de se combiner avec à-peu-près la même quantité

de soufre. Nous savons que le sulfure d'argent contient 2 atomes de soufre et 1 atome d'argent, et que le sulfure d'antimoine est composé de 3 atomes de soufre avec un atome d'antimoine. Par conséquent, la constitution chimique de l'argent antimonié sulfuré s'exprimera par $2 Sb S^3 + 3 Ag S^2$, et le résultat calculé deviendra :

Argent,	58.98 ;
Antimoine,	23,46 ;
Soufre,	17.56.
	100,00.

MÉMOIRE

Sur la Chaux et le Mortier en général et en particulier ; sur la différence entre les mortiers de chaux de coquilles de moules et de pierres calcaires, avec la théorie des mortiers.

Pièce de concours couronnée par la Société hollandaise des Sciences.

PAR Mr J.-F. JOHN,

Docteur en médecine, professeur de chimie et membre de plusieurs Sociétés savantes (1).

(Extrait, suivi de quelques observations critiques, par Mr L.-J. VICAT, ingénieur des Ponts et Chaussées.)

PENDANT que je me livrais, en France, aux recherches dont il a été rendu compte dans ces *Annales*, relativement aux cimens calcaires ; Mr J.-F. John, de Berlin, tra-

(1) Imprimé à Berlin en 1819. Se vend chez Dunker et Humblot.

vaillait à résoudre la question suivante, proposée par la Société des Sciences de Hollande.

Quelle est la cause chimique en vertu de laquelle la chaux de pierre fait en général une maçonnerie plus solide et plus durable que la chaux de coquilles; et quels sont les moyens de corriger à cet égard la chaux de coquilles?

Une médaille d'or a été décernée au chimiste allemand; M. Vauvilliers, chevalier de la Légion d'honneur, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Strasbourg, a bien voulu me communiquer la traduction manuscrite qu'il a faite du Mémoire couronné. C'est à son zèle pour tout ce qui peut favoriser les progrès de l'art, ainsi qu'à son extrême obligeance, que je dois de connaître le travail de M. John. J'ai pensé que MM. les rédacteurs des *Annales de Chimie et de Physique* ne refuseraient pas d'en insérer une courte analyse dans leur excellent journal.

Comme chimiste, M. John devait suivre, pour arriver au but proposé par la Société hollandaise, une méthode entièrement analytique; et la première chose à faire était sans doute de déterminer la composition des coquilles (huîtres et moules). Un examen chimique démontra bientôt qu'il ne fallait chercher aucune différence entre la chaux vive de la nature organique, et celle qui provient des pierres calcaires pures: en effet, la très-petite quantité de chlorure de sodium, de phosphate de chaux, d'oxide de fer, de manganèse, etc., que l'on rencontre dans les coquilles ne peut exercer qu'une très-faible influence, et la matière animale, disséminée dans leur tissu, disparaît pendant la calcination.

On pouvait se promettre de grandes lumières de l'analyse de bon mortier, et M. John en avait à sa disposition plusieurs échantillons très-remarquables, les uns hydrauliques, les autres provenant de maçonneries exposées à l'air, et tous, non compris un mortier de trass et trois mortiers antiques, âgés de deux cents à six cents ans. Il est résulté de l'analyse de ces échantillons : 1° que, dans aucun, les proportions d'acide carbonique, de chaux et de sable ne sont les mêmes ; 2° qu'il y a toujours, surtout dans le mortier hydraulique, une quantité d'acide carbonique beaucoup moindre que celle qu'exigerait la saturation de la chaux ; mais que, d'un autre côté, une partie de cette chaux est unie chimiquement, à la manière des corps terreux naturels, tantôt avec de la silice ou de l'alumine et de l'oxide de fer, tantôt avec ces trois substances réunies.

D'après ces faits, l'auteur croyait pouvoir établir immédiatement une théorie de la solidification du mortier ; il la fondait sur une action dissolvante de la chaux, à l'égard de la silice et des autres oxides contenus dans le sable ; d'où devait résulter, par union chimique, une espèce de spath en table artificiel, etc. ; mais des expériences subséquentes montrèrent bientôt que cette explication était sans fondement : en effet, des fragmens de cristal de roche et de saphir, mis pendant six mois en macération dans une bouillie de chaux de marbre de Carrare, ne purent ensuite, par l'examen le plus minutieux, donner aucun indice de perte dans leur poids ; des morceaux de grenat plongés pendant huit heures en décoction dans une bouillie de chaux offrirent le même résultat.

Pour éclaircir les doutes que ces diverses observations

faisaient naître, M. John a pris le parti d'analyser, avant et après la calcination, diverses pierres à chaux; il est parvenu, par ce moyen, à reconnaître la combinaison chimique qui s'opère, par voie sèche, entre la chaux et la portion d'argile disséminée dans la plupart des pierres calcaires; ce qui l'a conduit, et à la théorie des chaux maigres, qu'il nomme *chaux à ciment*, et à cette conclusion qui est en quelque sorte la clef de la question, savoir : « que la différence entre le mortier de pierre à » chaux et le mortier de coquilles tient à l'absence du » ciment dans ce dernier. »

Nonobstant cette importante remarque, M. John a voulu chercher s'il n'existait pas quelques moyens de perfectionner la chaux des coquilles; la plupart de ses tentatives ont été infructueuses : il est cependant parvenu à se procurer, à ce qu'il assure (1), un assez bon résultat, en portant la calcination de ces matières à un degré assez élevé pour en expulser tout l'acide carbonique. Toutefois, la chaux à ciment conservant toujours une grande supériorité, l'auteur a voulu essayer d'en fabriquer de toutes pièces; ses expériences ont réussi en petit, et c'est à propos de ce succès qu'il s'exprime ainsi : « La vérité de ma théorie est donc con-

---

(1) Sméaton a trouvé que toutes les fois que l'action du feu a suffisamment modifié la pierre calcaire pour qu'elle se fuse subitement dans l'eau ou lentement dans l'air, en un mot, pour qu'elle puisse passer au travers d'un tamis fin, la chaux ainsi obtenue est à-peu-près également bonne. Cette conclusion ne s'accorde point avec celle de Mr J.-L. John.

» firmée par cette voie; mais de quelle manière les expé-
» riences rapportées peuvent s'appliquer en grand à la
» pierre à chaux, consistant presque entièrement en car-
» bonate de chaux pure, sans mélange de silice; c'est
» ce que je dois abandonner aux lumières des construc-
» teurs connaisseurs de la chose. »

Un article supplémentaire traite de quelques expériences hygroscopiques relatives à l'effet des sels déliquescens qui pourraient être contenus dans la chaux des coquilles. On y établit aussi que la chaux la plus caustique ne peut séparer aucune portion d'acide carbonique du carbonate de chaux, qu'ainsi on ne peut hâter le dureissement du mortier par l'addition d'une poussière calcaire.

L'ouvrage est terminé par un résumé que nous transcrirons ici textuellement.

1°. « Il y a deux natures de mortier : la première est
» un composé intime de carbonate de chaux et de par-
» ties de mélange pierreux qui y adhèrent fortement;
» l'autre contient en outre une masse de la nature du
» spath en table, que j'ai appelé *ciment* dans le mor-
» tier. Dans beaucoup d'espèces de pierres à chaux com-
» munes, les élémens nécessaires à sa formation y sont
» déjà contenus, et cette formation a lieu dans ces pier-
» res par la calcination, en vertu d'une action analogue
» à celle des alcalis caustiques sur les oxides insolu-
» bles. Dans le bon mortier, on peut compter une partie
» de cette combinaison contre trois parties de chaux
» caustique.

2°. « La chaux de coquilles de moules diffère de la

» chaux de pierres calcaires communes, parce que ce
» ciment manque à la première.

3°. » Par addition d'alumine, de silice et d'oxide de
» fer, et la calcination ultérieure, la chaux de coquilles
» de moules peut être transformée en chaux vraiment
» semblable à celle des pierres calcaires. Cela se fait
» pour le mieux, en réduisant en pâte avec de l'eau de
» la chaux fusée, ou bien encore des espèces de chaux
» non calcinées réduites en poudre avec de pareils al-
» liages, et en calcinant après la dessiccation.

4°. » Le mortier avec ciment est plus dur que celui
» qui en est dépourvu, et le premier est le meilleur pour
» les constructions hydrauliques, puisque l'eau ne dis-
» sout pas ce ciment, mais entraîne seulement une par-
» tie de la chaux caustique.

5°. » La bonté du mortier dépend de la causticité de
» la chaux; les espèces de chaux entièrement dé-
» pouillées d'acide carbonique par la calcination don-
» nent un mortier liant et solide à l'air, même sans la
» présence du ciment. La bonté de ce mortier décroît
» seulement dans la proportion suivant laquelle les ato-
» mes de chaux contiennent de l'acide carbonique, soit
» par une calcination défectueuse, ou bien par un long
» contact avec l'air. La bouillie de chaux absorbe déjà
» en quelques jours ces premières parties d'acide carbo-
» nique, et la cohésion du mortier en est très-affaiblie.

» Il y a toujours du danger à conserver long-temps la
» chaux détrempée dans des fossés qui ne sont pas bien
» garantis de l'action de l'air.

6°. » Les alliages se comportent d'une manière entiè-
» rement passive, et ne sont point capables d'améliorer

» le mortier. Chaque substance pierreuse qui adhère à la » chaux caustique peut servir, soit en grains, soit en pou» dre, à la préparation du mortier, si on l'y fait entrer » dans une proportion telle que la continuité des par» ticules de chaux ne soit point interrompue. Des cir» constances locales peuvent bien souvent donner aux » alliages qui absorbent fortement l'humidité (tels que » la pouzzolane, le trass, les fragmens de tuiles, etc.) » la préférence sur ceux qui n'absorbent pas l'eau, nom» mément les grains de quartz, le sable, les scories, etc.; » mais en général les derniers sont à préférer aux pre» miers.

7°. » Toute espèce de pierre qui adhère au mortier » peut servir dans la maçonnerie à la place de briques, » selon que les circonstances locales et d'autres l'exigent. » Il s'agit uniquement que ces pierres ne soient point » sujettes à se détériorer. Rarement cependant l'argile » se trouve de telle qualité que les briques qui en sont » formées ne se fendent point successivement en éclats, » principalement dans les constructions hydrauliques, » par de nombreuses alternatives de l'eau, et par l'action » de la chaleur du soleil et l'influence de l'air. C'est » pourquoi, dans ce cas, les pierres de taille, plus dis» pendieuses, les remplacent ordinairement.

8°. » La pierre à chaux n'est point décomposée par » la chaux caustique, et dans les lieux où elle est em» ployée en place de briques, elle se comporte comme » elles d'une manière passive.

9°. » Le carbonate de chaux ou bien les pierres à » chaux peuvent être rendues parfaitement caustiques, » c'est-à-dire, dégagées de toute trace d'acide carbo-

» nique par une forte calcination de douze heures seu-
» lement. »

On voit, d'après cet exposé, que le travail de M. John confirme pleinement les résultats obtenus depuis long-temps par les chimistes français ; c'est en effet à Guyton-Morveau que nous devons la connaissance (1) de la réaction mutuelle des terres par la voie sèche et par la voie humide. C'est Descotils qui, le premier, a remarqué (2) que la silice ne se dissout pas dans les acides avant la calcination de la pierre calcaire, tandis qu'après elle s'y dissout en entier ; résultat qui donne une idée exacte de la chaux hydraulique. M. d'Arcet enfin avait observé, dans l'analyse des anciens mortiers de Paris, cette insuffisante proportion d'acide carbonique dont parle M. John.

Quant à l'assertion (art. 5 du résumé ci-dessus) relative à la chaux éventée, elle est en contradiction avec des faits récens tellement avérés, tellement multipliés, que je ne puis me dispenser de la combattre. J'ai le premier annoncé qu'une chaux grasse éteinte spontanément, et abandonnée pendant une année à l'action de l'air dans un lieu couvert et fermé aux vents, donne de bien meilleurs résultats que lorsqu'on l'emploie immédiatement selon la méthode ordinaire. Cette conclusion était fondée sur cent cinquante expériences variées de diverses manières ; il en résultait, par exemple, que la force du mortier ordinaire étant, dans le cas le plus favorable d'une certaine série d'épreuves représentée par 1506 ;

(1) *Annales de Chimie*, t. XXX, p. 246 et suiv.

(2) *Journal des Mines*, octobre 1813, N° 202, p. 308.

celle du mortier à chaux éteinte spontanément devenait, dans les mêmes circonstances, égale à 2293. Dernièrement, c'est-à-dire, plus de six ans après mes premières recherches, j'ai recommencé sur des briques de mortiers conservés à dessein, de nouvelles épreuves, et j'ai trouvé, savoir : pour le mortier ordinaire 1907, pour le mortier à chaux éteinte spontanément 2500. Comment accorder ceci avec l'influence prétendue nuisible du contact prolongé de l'air sur la chaux ordinaire éteinte spontanément ?

Il est vrai de dire que les idées reçues sur ce point de la doctrine des mortiers sont toutes en faveur de M. John ; il est même à présumer qu'à raison de cet assentiment presque général, le savant chimiste allemand se sera dispensé d'examiner la chose avec cette rare sagacité dont il a fait preuve par-tout ailleurs : on ne trouve en effet, dans *tout* son Mémoire, aucune expérience qui ait trait à la difficulté dont il s'agit.

Je ne sais si je dois m'attacher à réfuter sérieusement l'article 6me ; car la multiplicité des preuves à opposer aux conclusions de cet article est la seule chose qui soit embarrassante. Il est sans doute des substances solides qui absorbent l'eau avec autant d'avidité que la brique pilée et la pouzzolane ; ces substances devraient donc, d'après M. John, produire un effet analogue : ainsi, un mélange de charbon pilé et de chaux grasse se solidifierait parfaitement dans l'eau. De plus, une pouzzolane préalablement imbibée jusqu'à saturation, et employée ensuite avec une chaux grasse, ne devrait pas se comporter autrement que le sable : or, c'est précisément le contraire de tout cela qui arrive.

Dans un Mémoire lu le 1er février 1819, à l'Académie des Sciences, j'ai dit qu'une légère calcination dispose la silice et l'alumine des argiles à se combiner intimement avec la chaux ; les expériences que j'ai citées à l'appui de ma proposition ont été répétées par plusieurs ingénieurs, et généralement confirmées. Il est vrai d'ajouter que les réactions ne s'opèrent bien que dans l'eau, et que les composés qui en résultent perdent insensiblement leur dureté par le contact de l'air. Peut-être M. John n'a-t-il appliqué l'usage de la pouzzolane qu'à la fabrication du mortier *atmosphérique*; ce qui expliquerait parfaitement la méprise où il est tombé.

Je ne puis terminer cet exposé sans manifester une extrême satisfaction de voir les faits essentiels que j'ai annoncés en 1817 (1), et publiés en 1818, définitivement confirmés par le travail d'un chimiste distingué ; travail que l'on peut regarder comme une véritable contre-épreuve ; car M. John a suivi une marche toute différente de celle que j'avais adoptée.

D'après ces nouvelles garanties, le Gouvernement se décidera peut-être à défendre l'emploi de la chaux grasse dans les travaux publics, surtout pour les maçonneries de fondation. Puisse le fait suivant, rapporté par M. John, provoquer à cet égard une prompte décision ! « Lorsqu'on » démolit dernièrement un des piliers de la tour de » Saint-Pierre à Berlin, bâti depuis environ *quatre-* » *vingts ans*, sur 27 pieds de diamètre, on trouva le » mortier de l'intérieur de la maçonnerie *aussi frais* que

(1) *Voyez* les *Annales de Chimie et de Physique* du mois d'août 1817.

» s'il n'avait été employé que depuis *quelques jours*; il
» avait la saveur caustique et formait du lait de chaux
» avec l'eau !!..... »

ANALYSE *des eaux minérales et thermales du mont Dore.*

Par Mr P. BERTHIER, Ingénieur des Mines.

LES eaux du mont Dore sont au nombre des eaux minérales les plus célèbres. Les Romains les avaient recueillies dans un édifice qui devait être vaste et somptueux, si l'on en juge par les fondations et les nombreux débris de colonnes que l'on a découverts dernièrement. Les Barbares ont détruit cet édifice de fond en comble, et il n'en reste qu'un petit bâtiment carré qui renferme une source, et qui porte le nom de *Puits de César*.

A la place des thermes romains, il n'a existé pendant long-temps qu'un misérable hangar ouvert à tout le monde, où les malades venaient, sans distinction de sexe ni de rang, prendre des bains dans des auges en pierre semblables à des tombes. Les auberges qui l'entouraient étaient chétives et mal tenues. Cependant telle a toujours été la réputation des eaux du mont Dore, que, malgré cet état de choses, il y avait toujours affluence pour les prendre.

Mais depuis quelques années, grâce au zèle et à la persévérance de M. le Dr Bertrand, médecin-inspecteur des Eaux, tout s'est progressivement amélioré. Le Gouvernement fait actuellement construire un nouvel édifice

thermal qui sera achevé dans deux ou trois ans : les cabinets de bains particuliers et les piscines que l'on destine aux pauvres sont déjà terminés. Cet édifice, le plus beau du royaume, ne le cédera en rien à celui des Romains : on n'y emploie que de la pierre, même pour les combles. Il sera, par sa grandeur, par sa belle ordonnance et par sa solidité, dans un goût tout-à-fait antique. On a rasé toutes les baraques qui entouraient l'emplacement où l'on élève ce beau monument, et l'on substitue aux anciennes auberges des hôtels où l'on trouvera toutes les commodités de la vie. On se propose aussi de planter des arbres sur les pentes qui en sont dépourvues et sur le bord de tous les chemins. Bientôt, en un mot, le dégoûtant village du mont Dore aura disparu, et l'on verra à sa place une petite ville bien bâtie et entourée de promenades agréables. Il y a donc tout lieu de croire que la célébrité des eaux du mont Dore s'accroîtra encore. Cette célébrité est principalement fondée sans doute sur le mérite des eaux, mais elle dépend aussi des circonstances locales : le vallon est pittoresque et couvert de prairies fraîches et toujours vertes; il prend son origine au pied du mont Dore, montagne qui domine toute la France; tout ce qui l'entoure intéresse vivement les géologues; enfin, il est situé dans le lieu même qu'occupait autrefois le foyer principal de ces immenses volcans qui ont bouleversé l'Auvergne, etc. : aussi vient-il au mont Dore presque autant de curieux et de naturalistes que de malades.

On compte au moins six sources au mont Dore. On peut voir la description de ces sources dans l'ouvrage que M. Bertrand a publié à ce sujet en 1810, et dont il

se propose de donner bientôt une nouvelle édition. Je me bornerai, dans cet article, à rapporter l'analyse que j'ai faite de l'eau de la source du Puits de César.

La source du Puits de César fournit 56 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures. Cette eau marque 45° au thermomètre centigrade; elle est limpide, mais elle forme dans le bassin même où elle est reçue un dépôt visqueux et léger de couleur d'ocre; elle a une légère saveur acidule; elle s'élève au jour à travers les fissures d'un porphyre volcanique, et on la recueille dans un petit puits d'où elle s'écoule avec un bouillonnement continuel et considérable. On sait qu'on observe un bouillonnement semblable dans la plupart des eaux minérales gazeuses chaudes : on a coutume de l'attribuer à un dégagement de gaz acide carbonique abandonné par l'eau au moment où elle a le contact de l'air; mais cette explication ne me paraît pas satisfaisante, et je pense que ce bouillonnement est principalement dû à un courant de gaz acide carbonique qui est produit en même temps que l'eau minérale, et qui est beaucoup trop abondant pour que celle-ci puisse l'absorber (1). On prétend, dans le pays, que le bouillonnement des sources n'a pas toujours la même intensité ni la même allure, et qu'à l'approche de l'orage, il prend un caractère particulier que l'on regarde comme un indice précurseur du mauvais temps. Par-tout où il y a des eaux minérales du même genre que celles du mont

(1) Je regarde même comme très-probable que l'eau n'arrive à la surface du sol que par l'effet de la compression qu'elle éprouve de la part du gaz acide carbonique dans les laboratoires souterrains où elle se forme.

Dore, on s'accorde à dire qu'on a fait depuis long-temps la même observation. Je n'ai pas été témoin de ce phénomène, mais je ne crois pas que l'on doive en révoquer légèrement l'existence en doute, et je desire appeler l'attention des hommes instruits sur ce sujet.

J'ai fait évaporer 1000 grammes de l'eau du Puits de César avec toutes les précautions nécessaires : ils ont produit 0g,32 de matières terreuses fortement calcinées, et 0g,92 de sels alcalins également calcinés. J'ai analysé séparément chacun de ces produits par les moyens ordinaires, et j'ai vérifié le résultat sur une masse plus considérable de sels que je m'étais procurée en faisant évaporer une grande quantité d'eau sur les lieux. Il est à remarquer que les sels alcalins retenaient plus de 0,02 de leur poids de silice. J'ai trouvé que l'eau analysée contient :

	Sels sans eau.	Sels cristallisés.
Carbonate de soude neutre.	0,0006330	0,0006930 ;
Muriate de soude	0,0003804	0,0003804 ;
Sulfate de soude.........	0,0000655	0,0001489 ;
Carbonate de chaux......	0,0001600	0,0001600 ;
Carbonate de magnésie....	0,0000600	0,0000600 ;
Silice	0,0002100	0,0002100 ;
Oxide de fer	0,0000100	0,0000100.
	0,0015189	0,0016623.

Ou, si l'on suppose la soude à l'état de sous-carbonate :

	Sels sans eau.	Sels cristallisés.
Sous-carbonate de soude...	0,0004530	0,0012250 ;
Muriate de soude.......	0,0003804	0,0003804 ;
Sulfate de soude	0,0000655	0,0001489 ;
Carbonate de chaux, etc...	0,0004400	0,0004400.
	0,0013389	0,0021943.

Cette eau se distingue des autres eaux minérales par la grande proportion de silice qu'elle renferme : la source en entraîne environ 12 kilogrammes par jour. L'eau dépose cette silice dans les conduits souterrains qu'elle parcourt sous forme de rognons tuberculeux, souvent fort gros, et qui ressemblent beaucoup à du silex. J'ai examiné un de ces rognons qui avait été recueilli par M. Bertrand dans les fondations des bains romains : il était brun, nuancé de noir et de blanc ; sa cassure était unie, terne dans quelques parties, luisante comme la résine dans d'autres ; il exhalait sous l'haleine une forte odeur argileuse : il s'égrenait aisément sous la lame d'un couteau, mais sa poussière était dure et rayait le verre. Cette poussière était d'un gris verdâtre ; elle est devenue rougeâtre par la calcination, et elle a perdu 0,054 de son poids : traitée par l'acide muriatique, elle a fait une légère effervescence et elle est devenue d'un gris noir ; la couleur noire a totalement disparu par la calcination, ce qui prouve qu'elle provenait d'un mélange de matière charbonneuse. La dissolution muriatique ne contenait que de l'oxide de fer et un peu de chaux. La même poussière, mise en ébullition avec de la potasse caustique, s'est dissoute promptement et presque totalement ; et la dissolution, saturée d'acide muriatique, s'est prise en gelée par l'évaporation. Cette propriété qu'a la matière siliceuse du mont Dore de se combiner avec les alcalis par la voie humide ne permet pas de supposer qu'elle ait d'autre origine que l'eau minérale, et la distingue du silex ordinaire.

Soupçonnant que cette matière siliceuse pourrait bien être un silicate acide de soude, j'y ai recherché cet al-

cali en la fondant avec du nitrate de baryte; j'en ai trouvé effectivement environ 0,01; mais cette proportion est si faible que l'on peut croire qu'elle est accidentelle.

L'analyse a donné :

Silice,	0,89;
Oxide de fer,	0,04;
Soude,	0,01;
Carbonate de chaux,	0,01;
Eau et matière combustible,	0,05.
	1,00.

La matière combustible provient évidemment de la décomposition des fucus qui croissent en abondance dans toutes les eaux minérales.

Le dépôt ocreux qui se forme dans le Puits, et dont j'ai déjà fait mention, se change en une poudre très-légère et d'une belle couleur jaune-brun lorsqu'on la fait sécher au soleil. J'ai trouvé cette poudre composée de

Peroxide de fer,	0,615;
Eau,	0,244;
Silice gélatineuse,	0,116;
Carbonate de chaux,	0,025.
	1,000.

Toutes les eaux minérales un peu ferrugineuses produisent près de leur source des dépôts absolument semblables. Celui qu'on ramasse dans la grande source salée de Moutiers en Tarentaise, par exemple, contient :

Peroxide de fer,	0,610;
Eau,	0,244;
Silice gélatineuse,	0,066;
Carbonate de chaux,	0,080.
	1,000.

La silice que renferment ces dépôts y est dans un tel état de division qu'elle se dissout à froid dans l'acide muriatique. Quant au peroxide de fer, il s'y trouve évidemment combiné avec de l'eau; mais il constitue un hydrate différent de celui qui existe parmi les minéraux, et qui paraît contenir deux fois autant d'eau que ce dernier, c'est-à-dire :

Peroxide de fer,	0,74 — 100;	35,13	$\ddot{Fe} + 3Aq.$
Eau,	0,26 —	35,13	

C'est encore cet hydrate, à-peu-près pur, que l'on obtient lorsqu'on précipite une dissolution de peroxide de fer, soit par l'ammoniaque, soit par un carbonate alcalin. Les précipités, parfaitement lavés et desséchés lentement au soleil, se divisent en morceaux compactes d'un brun très-foncé, à cassure luisante et résineuse; ils sont identiques, et je les ai trouvé composés de

Peroxide de fer,	0,71;
Eau	0,28;
Acide carbonique,	0,01.

Il se pourrait que la proportion de l'eau fût un peu exagérée : il est difficile d'en obtenir rigoureusement la proportion, parce que la matière est en même temps très-hygrométrique et très-facile à décomposer par la

chaleur. La présence de l'acide carbonique en aussi petite proportion a de quoi surprendre ; mais je l'ai observée plusieurs fois. Peut-être en faut-il conclure que les précipités que j'ai examinés sont formés de l'hydrate $\dddot{Fe}+3Aq$, combiné avec un carbonate de fer avec eau de cristallisation. Quoi qu'il en soit, il résulte de mes expériences que le carbonate de peroxide de fer pur n'existe pas.

De l'Influence *que l'eau exerce sur plusieurs substances azotées solides.*

Mémoire lu à l'Académie des Sciences le 9 juillet 1821.

Par M. Chevreul.

Dans les recherches que j'ai entreprises sur les matières animales, j'ai été conduit à examiner un groupe de substances azotées auxquelles la présence de l'eau imprime des propriétés remarquables. Si l'on a parlé de quelques espèces de ce groupe, on n'a pas cherché à en augmenter le nombre ; on s'est tu sur les forces qui peuvent fixer l'eau aux substances azotées ; en un mot, on n'a vu que des faits isolés où j'ai cru apercevoir des généralités intéressantes pour la chimie organique, et susceptibles d'applications à la physiologie animale. Mon intention avait été d'abord de déposer sous cachet ces recherches à l'Académie, en attendant que de nouvelles observations leur eussent donné plus d'importance en ajoutant à leur ensemble ; mais M. Berthollet, à qui je

les ai communiquées, a pensé que, telles qu'elles sont, elles peuvent fixer l'intérêt des savans; c'est ce qui m'a engagé à les publier aujourd'hui, en me proposant toutefois de vérifier plus tard des conséquences qui me paraissent s'y rattacher.

Les premières substances que j'ai étudiées sous le rapport qui fait l'objet de ce Mémoire, sont les tendons, le tissu jaune élastique des anatomistes, la fibrine, le cartilage de l'oreille externe, le ligament cartilagineux, l'albumine et la cornée. Dans un premier chapitre, je traiterai des propriétés que ces matières manifestent lorsqu'elles ont absorbé de l'eau, comparativement avec celles qu'elles possèdent quand elles sont desséchées. Je donnerai la proportion d'eau qu'elles abandonnent quand elles sont exposées à l'air, puis au vide séché par l'acide sulfurique. Dans un second chapitre, j'examinerai à quelles forces on peut rapporter celles qui agissent sur l'eau contenue dans les substances précédentes; enfin, je ferai plusieurs applications de mes expériences à la physiologie animale.

CHAPITRE PREMIER.

§ 1. *Des Tendons.*

Les tendons, en se desséchant, diminuent beaucoup de volume, surtout dans le sens de leur épaisseur; ils perdent leur blancheur, leur éclat satiné, leur extrême souplesse; ils acquièrent la demi-transparence de la corne et une couleur jaune un peu rougeâtre; ils deviennent roides : les courbe-t-on légèrement, ils reprennent leur première forme dès qu'on cesse de les presser; mais les courbe-t-on beaucoup, ils conservent leur cour-

bure; enfin, si on les tortille suffisamment, ils se divisent en faisceaux fibreux qui sont blanchâtres dans les endroits où l'eau a pénétré entre les fibres. Maintenant je démontre que les tendons doivent leur éclat nacré, leur extrême souplesse à l'eau qu'ils contiennent; car si vous mettez les tendons desséchés dans l'eau distillée, ils absorberont ce liquide au bout de douze, vingt-quatre heures ou plus, suivant qu'ils seront plus ou moins épais; ils présenteront toutes les propriétés qui caractérisent les tendons frais. On pourra sécher cette espèce de tendon frais artificiel, lui faire ensuite absorber de l'eau, et cela un grand nombre de fois, sans apercevoir d'altération sensible dans sa substance. Des tendons d'éléphant conservés depuis quatre ans à l'état sec reproduisent un tendon frais lorsqu'on les tient plongés dans l'eau.

Tableau d'expériences sur les tendons.

	Parties d'eau absorbées par 100 parties des matières ci-contre, après une immersion de
100 p. d'un gros tendon d'éléphant frais se sont réduites, à l'air, à ··· 51,56 au vide sec à ··············· 50,00	12 à 24 heures environ, 102,00 huit jours au moins. ·· 147,00
100 p. d'un tendon mince d'éléphant frais se sont réduites, à l'air, à 46,91 au vide sec à ··············· 43,36	12 à 24 heures environ, 130,30 huit jours au moins.. 147,68
100 p. d'un gros tendon de bœuf frais (1) se sont réduites, à l'air, à ··· 52,96 au vide sec à ··············· 49,61	12 à 24 heures environ, 100,34 huit jours au moins.. 146,58
100 p. d'un tendon de bœuf mince, frais, se sont réduites, à l'air, à ··· 44,15 au vide sec à ··············· 42,34	12 à 24 heures environ, 132,00 huit jours au moins.. 148,00
100 p. d'un tendon de femme mince (2) se sont réduites, à l'air, à ··· 43,13 au vide sec à ··············· 37,98	12 à 24 heures environ, 147,87 cinq jours ·········· 271,79

(1) Ce tendon frais pesait 13^{g},5. Il avait 0^{m},125 de longueur; à un bout, il présentait une face elliptique dont le grand diamètre était 0^{m},020, et le petit 0^{m},008; après la dessiccation à l'air, sa longueur était de 0^{m},120, et les diamètres de l'ellipse étaient de 0^{m},015 et de 0^{m},006.

(2) Tendons des muscles péroniers latéraux et du jambier postérieur d'une femme de trente ans.

Conséquences. Les gros tendons d'éléphant et de bœuf contiennent sensiblement la même proportion d'eau dans l'animal vivant.

Il en est de même des tendons minces; mais ceux-ci contiennent plus d'eau que les premiers.

Il est remarquable que les quatre échantillons absorbent la même proportion d'eau pour être saturés ; mais le terme de saturation est plutôt atteint par les tendons minces que par les gros. J'ai regardé ces substances comme saturées lorsque leur poids n'augmentait plus pendant une immersion de quarante-huit heures. Cependant je ne doute pas que si j'avais prolongé l'immersion, je serais parvenu à faire absorber à la matière une plus grande quantité d'eau.

Les tendons de femme que j'ai examinés contiennent plus d'eau que les précédens.

§ 2. *Du Tissu jaune élastique frais.*

Le tissu jaune élastique frais est opaque et mat. Il a une structure plus sensiblement fibreuse que le tendon. Ce dernier est bien formé de fibres ; mais celles-ci, très-adhérentes les unes aux autres et formant des couches concentriques ou superposées, ne peuvent être séparées en faisceaux comme les fibres du tissu jaune.

La matière séchée a beaucoup de ressemblance avec le tendon sec, si ce n'est cependant qu'elle est un peu plus foncée en couleur, moins transparente, plus fibreuse; mais elle ne possède plus cette propriété de s'étendre quand on la tire dans le sens de sa longueur, et de revenir sur elle-même lorsqu'on cesse de la tirer; elle a donc perdu ce caractère qui, avant la dessiccation, la dis-

tinguait si éminemment du tendon frais. La preuve que l'élasticité du tissu jaune frais est due à de l'eau, c'est que si l'on plonge dans ce liquide le tissu qui a été desséché, il l'absorbera peu à peu, et, au bout de vingt-quatre heures environ, il en aura pris sensiblement la même quantité que celle qu'il avait perdue, et en même temps il aura recouvré son élasticité première.

	Parties d'eau absorbées par 100 p. de matières ci-contre, après une immersion de	
100 p. de tissu jaune d'éléphant frais se sont réduites, à l'air, à ····· 52,57	Vingt-quatre heures ··	99
au vide sec à ·············· 50,5	douze jours ·······	147
100 p. de tissu jaune de bœuf frais se sont réduites, à l'air, à ····· 52,80	Vingt-quatre heures ··	99,4
au vide sec à ·············· 49,8	douze jours ········	148 (1).

§ 3. *Du Cartilage de l'oreille externe.*

Les cartilages à l'état sec présentent des lames plus ou moins épaisses, demi-transparentes, de couleur jaune-rougeâtre, susceptibles de se déchirer. Lorsqu'on les met dans l'eau, celle-ci est absorbée, les cartilages se gonflent, ils perdent plus ou moins de leur couleur et de leur transparence, ils deviennent flexibles.

100 parties du pavillon de l'oreille d'un homme de quarante ans, après avoir été macérées dans l'eau, se sont

---

(1) Un morceau de tissu jaune saturé d'eau pesant 25^{g},25, de 0^{m},197 de longueur, ayant à un bout 0^{m},011 d'épaisseur et 0^{m},015 de largeur, et à l'autre bout 0^{m},008 d'épaisseur et 0^{m},013 de largeur, s'allongeait de 0^{m},115 quand on le tirait. Après avoir été desséché à l'air, sa longueur était de 0^{m},185; il avait, à un bout, 0^{m},008 d'épaisseur et 0^{m},010 de largeur, et à l'autre bout, 0^{m},005 d'épaisseur et 0^{m},010 de largeur.

réduites, à l'air, à 33,35, et, dans le vide, à 30,64. Ces 30,64 parties avaient absorbé, au bout de vingt-quatre heures, 66,14 d'eau, et, au bout de quatre jours, 69,36 (ou, pour 100 p. de matière sèche, 226,37 d'eau), absolument ce qu'elles avaient perdu par la dessiccation. La matière, laissée dans l'eau pendant quarante-huit heures, n'a plus absorbé sensiblement de liqueur; ce qui prouve qu'elle était saturée.

§ 4. *Des Ligamens cartilagineux.*

100 parties du ligament cartilagineux du genou d'une femme de trente ans, après avoir été macérées dans l'eau, se sont réduites, à l'air, à 26,41, et, dans le vide, à 23,2. Ces 23,2 parties, mises dans l'eau, en ont absorbé 74. La matière sèche était demi-transparente, d'un jaune rougeâtre, roide. La matière, saturée d'eau, était d'un blanc grisâtre, opaque, flexible.

§ 5. *De la Fibrine.*

Cette substance doit son aspect blanc, sa flexibilité et sa légère élasticité à de l'eau; car, si on l'expose à l'air, elle devient demi-transparente, jaunâtre et roide; elle perd toute son élasticité. La met-on dans l'eau, elle reprend ses premières propriétés en absorbant ce liquide. Il est plus difficile de déterminer la quantité d'eau de la fibrine fraîche que celle des substances précédentes, par la raison que la fibrine est très-divisée.

100 p. de fibrine provenant du sang artériel d'une vache se sont réduites, à l'air, à 21,1, et, dans le vide sec, à 19,35.

100 p. de fibrine provenant du sang veineux de vache se sont réduites, à l'air, à 22,7, et, dans le vide sec, à 21,05.

§ 6. *De la Cornée opaque et de la Cornée transparente.*

La cornée opaque doit son aspect blanc de lait à de l'eau; car, en se desséchant, elle devient transparente; et quand on la met dans l'eau, elle reprend ses premières propriétés, en s'imbibant d'eau.

La cornée transparente devient pareillement opaque, mais moins que la précédente, en absorbant de l'eau.

Cinq cornées opaques avec leurs cornées transparentes, pesant, après avoir été séchées dans le vide, 0g,971, pèsaient, après une immersion de vingt-quatre heures dans l'eau, 3g,575, et, au bout de cinq jours, 5g,45. Elles ne prirent plus d'eau après une nouvelle immersion de quarante-huit heures. Donc, 100 p. de cornées sèches avaient absorbé, après une immersion de

vingt-quatre heures,	de quatre jours,
268,18	461,28 d'eau.

§ 7. *De l'Albumine de l'œuf.*

Le blanc d'œuf exposé à la chaleur se coagule en une substance blanche, opaline, solide, entre les parties de laquelle l'eau qui tenait l'albumine en dissolution reste interposée. Le blanc d'œuf qui a servi au plus grand nombre de mes expériences provenait de l'œuf du canard musqué; il commençait à se coaguler à la température de 61 d.

100 p. de cette albumine liquide, exposées à l'air après avoir été coagulées, se sont réduites à 15 parties. Celles-ci, ayant été mises dans le vide sec jusqu'à ce qu'elles ne perdissent plus rien au bout de quatorze heures d'une nouvelle exposition, se sont réduites à 13,65 parties d'une substance incolore, demi-transparente, laquelle a recouvré les propriétés du blanc d'œuf cuit, en absorbant de l'eau; mais, au lieu de prendre les 86,35 parties qu'elle avait perdues, elle n'en a repris que 68 après une immersion de quatre jours.

On savait déjà que l'*albumine liquide* exposée à l'air laisse un résidu qui peut se redissoudre dans l'eau; mais comme on ignorait si le poids de la matière séchée était égal à celui de la matière séchée qu'on obtient de l'*albumine coagulée*, j'ai pris 100 parties d'albumine provenant du même œuf que celui d'où j'avais extrait les 100 parties qui avaient été coagulées; je les ai exposées à l'air: elles se sont réduites à 15 parties; ces 15 parties se sont réduites, dans le vide sec, à 13,85 p. d'une matière qui avait toutes les apparences de l'albumine coagulée desséchée; et malgré cette ressemblance, quand on la mit avec les 86,15 p. d'eau qu'elle avait perdues, elle reproduisit un liquide visqueux, coagulable par la chaleur, en un mot, possédant toutes les propriétés du blanc d'œuf frais. Le blanc d'œuf qui se dessèche sans avoir été coagulé ne cesse pas un moment d'être transparent.

Il suit de là que *l'albumine donne sensiblement le même poids de matière solide sèche lorsqu'on l'expose au vide sec, soit qu'elle ait été coagulée préalablement,*

soit qu'elle ne l'ait pas été (1); et cependant le résidu de l'albumine coagulée est très-peu soluble dans l'eau, tandis que le résidu de l'albumine non coagulée est complètement soluble dans la quantité d'eau qu'elle a perdue. Ce résultat m'a paru assez important pour faire quelques recherches sur les circonstances où l'albumine passe de l'état de matière solide, soluble dans l'eau, à l'état de matière solide extrêmement peu soluble dans ce liquide. Par la suite, je désignerai l'albumine sèche qui est dans le premier état, par l'épithète de *soluble*, et celle qui est dans le second par celle de *coagulée*.

(1) Voici les résultats de plusieurs autres expériences faites sur des albumines de diverses espèces d'œufs :

	RÉSIDU FIXE de 100 parties d'albumine coagulées.		RÉSIDU FIXE de 100 parties d'albumine non coagulées.
OEuf d'une petite poule blanche, race anglaise.	Séchées à l'air......	15,2	15
— poule commune.	Séchées à 100d. (*).	13,9	13,7
— poule *idem*.....	Séchées dans le vide.	13,8	13,8
— canard musqué.	Séchées à l'air.....	15,13	15,4

Les différences sont trop petites pour qu'on ne puisse pas les attribuer aux erreurs de l'expérience aussi-bien qu'à toute autre cause. Ces erreurs dépendent surtout de la difficulté d'obtenir deux portions d'albumine rigoureusement dans le même état; car le blanc de la plupart des œufs est formé

(*) Cette albumine était dans une capsule fermée qui flottait sur un bain-marie qui fut entretenu bouillant pendant une heure et demie.

Action de la chaleur sur l'albumine sèche soluble.

L'albumine séchée à l'air peut passer à l'état d'albumine coagulée si on la renferme dans une petite boule de verre qu'on tient plongée dans l'eau bouillante pendant une heure ou une heure et demie. Quoiqu'on intercepte la communication de l'atmosphère avec l'intérieur de la boule, l'albumine roussit; la chaleur agit bien plus difficilement sur l'albumine solide soluble que sur l'albumine liquide; car de l'albumine séchée à l'air, ayant été mise dans une capsule couverte qui flottait sur un bain-marie qu'on entretint bouillant pendant une heure et demie, fut trouvée en grande partie soluble dans l'eau froide, et la solution filtrée se coagula à 78d. Cependant l'albumine avait perdu presque autant d'eau que si elle eût été exposée au vide sec, et l'action de la chaleur avait été telle qu'elle était devenue rousse. La cause qui rend le blanc d'œuf liquide plus coagulable que le blanc d'œuf séché ne serait-elle pas que la mobilité des particules est plus grande dans le premier cas que dans le second ?

---

d'une albumine très-liquide qui passe à travers les filtres, et d'une albumine également liquide, mais qui, étant renfermée dans une espèce de tissu très-mince, ne peut être filtrée sans que ce tissu ne soit déchiré. Quand on mêle cette dernière portion d'albumine dans l'eau, le tissu se déchire, et ce qui n'est pas dissous se dépose sous forme de flocons. Plusieurs substances animales que l'on considère généralement comme liquide ont une constitution analogue à celle dont nous parlons : la salive et plusieurs substances muqueuses et albumineuses sont dans ce cas.

Action de l'alcool sur l'albumine soluble.

M. Thenard a vu que l'albumine précipitée du blanc d'œuf par l'alcool est analogue à l'albumine coagulée par la chaleur. A cette observation, j'ajouterai les suivantes :

A. Si on fait macérer dans l'alcool d'une densité de 0,821, des poids déterminés, 1° *d'albumine coagulée séchée dans le vide ;* 2° *d'albumine soluble séchée dans le vide*, ces substances cèdent à l'alcool de la soude, du chlorure de sodium et un peu de matière huileuse et d'albumine ; il reste de l'albumine indissoute. Si l'on réunit les poids des matières dissoutes par l'alcool, et ceux des résidus séchés dans le vide sec, on trouve que ces poids sont égaux à très-peu près au poids de chacune des albumines d'où ces matières ont été extraites ; et on observe que l'albumine qui était soluble dans l'eau a perdu sa solubilité par la macération dans l'alcool. Voici le détail des expériences :

1g,365 d'albumine coagulée et 1g,385 d'albumine soluble, en poudre fine, qui, exposés pendant quatorze heures au vide, ne perdaient rien, ont été macérés dans l'alcool pendant vingt-quatre heures. L'alcool fut renouvelé une fois. On agita les matières de temps en temps. Les extraits alcooliques et leurs résidus respectifs furent séchés à l'air, puis au vide sec ; on obtint :

	De l'albumine coagulée.	De l'albumine soluble
Extrait alcoolique.....	0,027	0,031
Résidu albumineux...	1,334	1,350
	1,361	1,381
Perte,	0,004	0,004.

Les résidus albumineux possédaient à peu de chose près les mêmes propriétés. Chacun d'eux fut mis en contact avec 8g,7 d'eau distillée pendant vingt-quatre heures.

a) *Résidu de l'albumine coagulée.* Il est devenu opalin et a gagné le fond du vase : trois heures après le contact de l'eau, une couche limpide surnageait sur le résidu. Cette couche, décantée après vingt-quatre heures, ne s'est pas coagulée par la chaleur. On a remis sur le résidu 21g,3 d'eau ; on a filtré après quatre heures ; on a passé 20 grammes d'eau sur le filtre. Les 50 grammes de lavages, ayant été évaporés à siccité, ont laissé 0,25 d'un résidu semblable à celui qu'on obtient en faisant évaporer le blanc d'œuf étendu de vingt fois son volume d'eau.

b) *Résidu de l'albumine soluble.* Il a formé une masse visqueuse, demi-transparente, mais sans apparence de dissolution. Vingt-quatre heures après le contact de l'eau, presque tout le résidu était au fond du vase ; le reste était, à la surface, disséminé dans une couche d'eau qui fut filtrée. Celle-ci ne s'est point coagulée. On a traité le résidu par 41g,3 d'eau ; les 50 grammes de lavage, évaporés, ont laissé un résidu de 0,34 semblable au précédent.

La seule différence des deux résidus albumineux était donc que les particules du premier étaient un peu plus cohérentes que celles du second.

Je conclus de ce qui précède que l'alcool, en réagissant sur l'*albumine soluble sèche*, rend celle-ci insoluble dans la quantité d'eau qui l'aurait dissoute si elle n'eût pas été mise en contact avec l'alcool ; et que la perte de ma-

tière que l'albumine éprouve est égale à celle que fait l'albumine coagulée sèche soumise au même traitement. Cette perte est d'ailleurs trop petite pour qu'on en tire quelque conséquence, parce qu'on peut l'attribuer aux erreurs des expériences.

B. On obtient des résultats semblables aux précédens lorsque, au lieu de prendre de l'albumine solide, on précipite du blanc d'œuf par de l'alcool, c'est-à-dire que le poids de la matière qui reste en dissolution et le poids du précipité, les deux matières étant séchées dans le vide, représentent le poids d'albumine soluble sèche qu'on aurait obtenu de la même quantité de blanc d'œuf séchée dans le vide.

J'ajouterai que 1^{g},19 d'albumine précipitée par l'alcool et parfaitement sèche, ayant été mis avec 8^{g},7 d'eau, ont formé un mucilage épais qui était homogène après vingt-quatre heures, et moins transparent que celui qu'on avait obtenu auparavant avec le résidu de l'albumine soluble, macérée dans l'alcool. Ce mucilage, ayant été mis avec 41^{g},3 d'eau, a cédé à ce liquide 0^{g},278 de matière sèche.

Action de l'éther sulfurique sur l'albumine dissoute dans l'eau.

De l'éther sulfurique neutre qui avait été pendant vingt-quatre heures en contact avec un volume d'eau égal au sien, a été versé doucement sur du blanc d'œuf liquide contenu dans un flacon à l'émeri. Les matières ont été abandonnées à elles-mêmes dans un lieu dont la température était de 10 à 12^{d}. Après plusieurs jours, la couche supérieure de l'albumine qui touchait l'éther est

devenue blanche, et peu à peu l'opacité s'est étendue, de haut en bas, dans toute l'albumine. Cette coagulation, que je ne pouvais attribuer à l'affinité de l'éther pour l'eau, m'a fait faire l'expérience suivante : j'ai versé du blanc d'œuf dans un vase cylindrique de manière à avoir une colonne de 0^m,020 de hauteur ; j'ai versé dessus, et très-doucement, une couche d'éther qui avait servi à coaguler l'albumine dans la première expérience : cette couche était épaisse de 0^m,001. Le vase a été fermé avec un bouchon à l'émeri et abandonné dans un lieu où il ne fut pas remué pendant le temps que dura l'expérience. Peu à peu la coagulation eut lieu; un mois après, l'albumine présentait une masse gélatineuse qui était plus opaque dans sa partie supérieure que dans sa partie inférieure. Par l'agitation on obtint, 1° un liquide aqueux, alcalin, un peu visqueux, parce qu'il retenait encore beaucoup d'albumine liquide ; 2° un caillot d'une seule masse, blanc, assez semblable à celui du chyle. La substance dont nous parlons, ayant été abandonnée à elle-même, laissa suinter un liquide séreux, et prit en même temps plus de consistance et d'opacité. Le caillot, séché dans le vide, était insoluble, ou plutôt extrêmement peu soluble dans l'eau.

Action de l'huile de térébenthine sur l'albumine dissoute dans l'eau.

De l'huile de térébenthine neutre parfaitement incolore, dont la densité à 11^d était de 0,875, mise en contact avec du blanc d'œuf dans un vase qui était entièrement rempli de ces liquides, a coagulé l'albumine comme l'éther, mais bien plus lentement.

Pendant tout le temps que l'éther et l'huile volatile furent en contact avec le blanc d'œuf, des quantités de blanc d'œuf pur, égales à celles mises en expérience et placées à côté de ces dernières, ne se coagulèrent pas.

Je ne rechercherai point, dans ce Mémoire, si la coagulation du blanc d'œuf est opérée par la combinaison de l'éther et de l'huile volatile avec l'albumine, ou par toute autre cause; je réserverai cette recherche, ainsi que l'exposé d'expériences faites sur des substances albumineuses provenant d'individus malades, pour un autre temps.

Action de la chaleur sur le blanc d'œuf étendu de vingt fois son volume d'eau, qui ne se prend pas en masse solide.

Schéele a fait voir que le blanc d'œuf étendu d'eau, exposé à la chaleur, ne se coagule pas. Ayant reconnu à l'albumine coagulée une solubilité sensible dans l'eau, j'ai soupçonné dès-lors que l'albumine très-étendue pouvait éprouver de la part de la chaleur la même modification que l'albumine qui est assez concentrée pour se prendre en masse solide lorsquon la chauffe. Je me suis assuré que ma conjecture était fondée, par les expériences suivantes : après avoir étendu un blanc d'œuf de vingt fois son volume d'eau, je l'ai divisé en trois portions égales, n° 1, n° 2, n° 3.

Portion n° 1. Elle a été évaporée dans le vide sec; le résidu, mis avec la proportion d'eau qu'il contenait dans le blanc d'œuf, s'est dissous et a formé un liquide visqueux qui s'est coagulé à 61^{d}. D'où il suit : 1° qu'en augmentant la proportion de l'eau dans un blanc d'œuf,

l'albumine conserve la propriété de se coaguler quand on la ramène par l'action du vide à son premier degré de concentration ; 2° que l'on pourra désormais s'assurer si un liquide animal qui ne se coagule pas par la chaleur, et qu'on soupçonne être de nature albumineuse, est réellement de l'albumine, en le faisant concentrer dans le vide, et en recherchant si le résidu qu'il laissera formera avec un peu d'eau un liquide susceptible de se coaguler par la chaleur.

Portion n° 2. Elle a été chauffée de manière à bouillir pendant trois minutes, puis évaporée dans le vide. *Le résidu avait toutes les propriétés de l'albumine coagulée, séchée dans le vide : peut-être était-elle un peu plus soluble dans l'eau.*

Portion n°. 3. Elle a été évaporée au bain-marie. Le résidu était absolument identique avec celui de la portion n° 2.

Il suit de là que la chaleur fait éprouver à l'albumine qui est assez étendue d'eau pour ne pas se coaguler, un changement qui la rend analogue à l'albumine coagulée, si toutefois ce changement ne la rend pas identique avec cette dernière.

Si l'albumine étendue ne se précipite point malgré le changement qu'elle éprouve, cela ne tient-il pas à ce que ses particules sont trop écartées par celles de l'eau, ainsi que cela a lieu pour le silicate de potasse, qui précipite de la silice par l'acide hydro-chlorique lorsqu'il est concentré, et qui n'en laisse pas précipiter quand il est étendu ?

Quoi qu'il en soit, l'action de la chaleur sur l'albumine nous paraît analogue à celle qu'elle exerce sur les

oxides de chrôme, de zirconium, de titane, etc., quand elle leur fait éprouver ce singulier phénomène d'incandescence observé par M. Berzelius.

J'ai observé il y a long-temps que les tendons d'éléphant et d'homme séchés à 100^d donnent, quand on les traite par l'eau bouillante, un poids égal au leur de gélatine séchée à 100^d.

N'y a-t-il pas quelque analogie entre ce fait et l'action que la chaleur exerce sur le blanc d'œuf ? De même que l'*albumine coagulée sèche* est distincte de l'*albumine soluble sèche*, de même la gélatine est distincte du tendon. En effet, la gélatine, en absorbant l'eau froide, ne reproduit pas la substance blanche satinée du tendon frais ; elle se gonfle en une gelée transparente qui se dissout dans l'eau chaude avec la plus grande facilité, tandis que le tendon ne s'y dissout qu'après une vive ébullition soutenue pendant plusieurs heures. Dans le rapprochement que nous faisons, il faut remarquer que, dans un cas, la chaleur fait perdre à un corps de sa solubilité dans l'eau, tandis que, dans l'autre, il rend soluble dans l'eau chaude un corps qui ne s'y dissout qu'après avoir éprouvé quelque changement. Il serait intéressant de rechercher si l'analyse élémentaire du tendon et de la gélatine serait conforme à l'analogie que nous établissons ; car c'est à elle qu'il appartient de juger en dernier ressort.

Je ferai remarquer que la dessiccation des matières organiques par le vide sec est préférable à celle qu'on opère en mettant les mêmes matières dans un vase couvert qu'on laisse flotter sur un bain d'eau bouillante. En soumettant des substances de la même espèce à ces deux

traitemens, j'ai constamment observé que celles qui avaient été soumises au vide sec avaient plus perdu d'humidité que celles qui avaient été chauffées, quoique souvent ces dernières eussent pris une couleur rousse qui annonçait une décomposition.

J'ai observé que l'élévation de la température favorisait l'absorption de l'eau par les matières organiques, eu égard à la quantité de ce liquide qui est absorbée et à la rapidité avec laquelle elle l'est.

CHAPITRE II.

Résumons les observations que nous venons d'exposer : le tendon, le tissu jaune, l'albumine coagulée, la fibrine, le cartilage, la cornée ont, à l'état sec, une si grande ressemblance extérieure qu'il est très-difficile de les distinguer ; mais si on les plonge dans l'eau, chacune de ces substances absorbe une certaine quantité de ce liquide, et acquiert en même temps des propriétés extrêmement tranchées : ainsi le tendon devient souple et satiné, le tissu jaune acquiert une élasticité très-grande, l'albumine coagulée prend l'aspect du blanc d'œuf cuit, la fibrine prend de la blancheur et une légère élasticité, le cartilage de la blancheur et de la flexibilité, enfin la cornée redevient semblable à ce qu'elle était dans l'animal vivant. Nous avons attribué ces propriétés à la présence de l'eau, puisqu'elles se manifestent lorsque les matières organiques s'unissent à ce liquide, et qu'elles disparaissent lorsque ces matières se dessèchent.

Non-seulement l'eau est séparée des matières par la simple exposition à l'air, et à plus forte raison par l'action du vide sec, mais encore il est possible de séparer

une portion notable de ce liquide en soumettant à la presse les matières qui le contiennent, après les avoir enfermées entre plusieurs doubles de papier joseph, de manière qu'il n'y ait pas d'évaporation; et il est remarquable que la proportion d'eau qu'on enlève par ce moyen au tendon et au tissu jaune est assez grande pour que ceux-ci deviennent transparens, et perdent, le premier, sa flexibilité, et le second son élasticité.

100 p. de tendons qui à l'air auraient perdu 53 parties d'eau, ayant été soumises à l'action d'une presse à papier, en ont perdu 37,6 parties; et 100 parties de tissu jaune qui auraient perdu à l'air 48,2 p. d'eau en ont perdu 35 par la pression.

Les forces qui peuvent agir sur l'eau contenue dans les substances organiques fraîches sont, d'une part, l'affinité, et, d'autre part, l'action des particules du liquide sur elles-mêmes, en un mot, sa cohésion. Recherchons maintenant jusqu'à quel point ces forces ont de l'influence dans la production des effets que nous avons observés.

Il y a certainement une quantité d'eau qui se trouve fixée aux matières organiques par l'affinité, puisque toutes ces matières, suffisamment desséchées, possèdent plus ou moins la propriété hygrométrique, et que personne ne doute qu'un corps qui condense la vapeur d'eau qui est à la même température que lui, ne le fasse en vertu d'une action chimique. Mais, dans les mêmes matières saturées d'eau, il peut y avoir une autre quantité de liquide qui ne soit pas soumise à l'affinité : en effet, il ne répugne point à la raison d'admettre que la quantité d'eau dont il est question peut être dans le tissu organique par une suite de la cohésion de ses particules; c'est ainsi, par exemple, que, dans l'éponge

gonflée de ce liquide, celui-ci est soumis à la fois à l'affinité du tissu organique et à la cohésion de ses propres particules; car l'affinité n'agissant qu'au contact des corps, il serait aussi absurde d'admettre que les particules d'eau qui sont au centre des grands interstices de l'éponge obéissent à cette force, que de regarder les couches centrales d'un liquide élevé dans un tube capillaire comme étant susceptibles de recevoir quelque influence chimique de la matière même du tube.

Les choses amenées à ce point, on demandera sans doute si, dans les substances qui sont l'objet de ce Mémoire, il y a une quantité d'eau qui ne soit pas soumise à l'affinité. Tout en avouant notre insuffisance pour résoudre cette question, nous dirons que l'opacité de ces substances à l'état frais tendrait à le faire croire; car ne contiennent-elles que cette portion d'eau qui s'y trouve fixée par l'affinité, elles sont transparentes; mais absorbent-elles de nouveau liquide, toutes, en devenant flexibles et quelques-unes élastiques, perdent leur transparence. D'un autre côté, l'impossibilité où l'on est de communiquer la flexibilité, l'élasticité à ces mêmes substances lorsqu'on les plonge à l'état sec dans les huiles fixes, l'alcool et autres liquides, qui semblent devoir les pénétrer plus ou moins facilement, paraîtrait indiquer une action chimique entre les tissus organiques et cette portion d'eau qui a tant d'influence pour en modifier les propriétés physiques (1).

(1) Voici les résultats de quelques expériences faites avec l'eau salée et l'huile d'olive:

1. *Tissu jaune élastique*. 100 parties séchées dans le vide, plongées dans l'eau saturée de chlorure de sodium, avaient

L'on pourrait croire d'abord que la proportion d'eau assez constante qu'un même échantillon de matière or-

---

absorbé, au bout de vingt jours, 36,88 parties d'eau liquide. Une immersion de quarante-huit heures n'a pas augmenté la proportion du liquide absorbé.

100 parties du même échantillon que le précédent, plongées dans l'eau distillée pendant le même temps, avaient absorbé 240 d'eau. La matière avait éprouvé un commencement d'altération.

Le tissu qui avait séjourné dans l'eau salée n'avait aucune élasticité, il était dur comme un morceau de bois. L'eau qu'il avait absorbée était salée; car le tissu, ayant été lavé à l'extérieur, se recouvrit par la dessiccation d'une couche de chlorure de sodium, et celle-ci, ayant été enlevée, fut remplacée par une autre, et ainsi de suite.

2. *Tendon d'éléphant.* 100 parties d'un tendon très-mince, séchées dans le vide, ont été plongées dans l'eau salée. Il a fallu vingt et un jours pour la saturation : alors ces 100 parties avaient absorbé 136,97 d'eau salée. Ce tendon n'était point aussi flexible ni aussi brillant que le tendon frais.

Les 236,97 parties de tendon saturées d'eau salée, ayant été privées de leur sel (autant que cela se peut en exposant le tissu à l'air et en enlevant le chlorure qui s'effleurit, puis en humectant le tissu et le séchant de nouveau) et de leur eau, furent plongées dans l'eau distillée : au bout de vingt-quatre heures, elles étaient aussi brillantes et aussi flexibles que le tendon frais : 100 parties avaient absorbé 178 d'eau.

3. *Pavillon de l'oreille.* 100. p. ont été saturées après une immersion de dix-sept jours : elles avaient absorbé 151,4.

4. *Ligament cartilagineux.* 100 p. ont été saturées après une immersion de dix-sept jours : elles avaient absorbé 103,2.

ganique est susceptible d'absorber serait déterminée par la seule affinité, et que conséquemment la question que

---

5. *Cornées opaques et transparentes.* 100 p. ont été saturées après une immersion de 29 jours : elles avaient absorbé 442,86.

On voit que l'eau salée n'a pas, en général, une action aussi forte sur les matières organiques que l'eau pure, et qu'il y a des substances, comme le tissu jaune, qui ne peuvent en absorber que des quantités très-faibles. Ces résultats sont parfaitement conformes à ce qu'on sait de la propriété conservatrice des saumures. Plusieurs observations que je ne rapporterai point ici m'ont conduit à penser que des eaux qui contiennent certaines substances fixes en dissolution ne peuvent cuire plusieurs substances animales et végétales, parce que les substances fixes ne permettent pas à l'eau d'agir comme elle le ferait à l'état de pureté.

Immersion dans l'huile d'olive.

100 p. de tissu jaune, après une immersion de onze jours, avaient absorbé.................................... 6,68;

100 p. de tendon d'éléphant........................ 7,88;

100 p. de ligament.................................... 2,97;

100 p. de cornées...................................... 8,33.

Ces matières, replongées pendant cinq jours dans l'huile, n'augmentèrent plus de poids : elles étaient demi-transparentes, un peu brunes; et ce qui me surprit, c'est qu'elles paraissaient être plutôt durcies que devenues flexibles. Les ayant mises dans l'eau pendant seize jours, l'huile partit, pour la plus grande partie au moins, et les matières reprirent les propriétés qu'elles ont à l'état frais, en absorbant sensiblement la même quantité d'eau qu'elles auraient absorbée si elles n'eussent pas été préalablement dans l'huile.

nous avons élevée serait résolue négativement ; mais en y réfléchissant davantage, on voit que ce point de saturation ne prouve nullement l'existence de l'affinité ; car on aurait un résultat tout-à-fait analogue en plongeant à plusieurs reprises un tube capillaire dans un liquide, de manière que chaque fois celui-ci s'élevât jusqu'au haut du tube. Il est évident que la quantité de liquide qui pénétrerait dans le tube à chaque immersion serait constante, et cependant il n'y en aurait qu'une très-faible partie qui serait soumise à l'affinité.

Quelle que soit, au reste, l'opinion que l'on se fasse de l'état où est l'eau contenue dans les tissus organiques à l'état frais, les observations que nous avons exposées ne nous semblent pas sans intérêt, quand on les envisage, premièrement, sous le rapport de l'influence qu'une quantité d'eau introduite dans une matière organique qui contient déjà de ce liquide en combinaison, exerce sur ses propriétés physiques ; deuxièmement, sous le rapport de leurs applications à la physiologie animale. On dit généralement que les tissus organiques des animaux sont plus tendres, plus gélatineux dans la jeunesse que dans la vieillesse : quoique nous ne soyons pas encore avancés dans nos recherches sur les tissus envisagés sous ce point de vue, cependant nous sommes portés à croire que les différences qu'ils présentent dépendent surtout de ce que, dans la jeunesse, les tissus sont susceptibles d'admettre entre leurs parties une quantité d'eau plus grande que dans la vieillesse, de même que nous avons observé que des tendons pris dans des régions différentes d'un même individu absorbent des quantités d'eau inégales dans les mêmes circonstances. Nous ne doutons

pas qu'en étudiant une sorte de tissu sous le rapport dont nous parlons, dans un même individu, dans des individus d'une même espèce, différens d'âge et de sexe, enfin, dans des individus d'espèces diverses, on ne soit conduit à des vues plus satisfaisantes que celles qu'on a actuellement sur l'anatomie et la physiologie de ces organes. Il sera curieux de rechercher s'il est possible d'apercevoir, au moyen du microscope, des différences de structure dans les tissus qui se comportent différemment avec l'eau, et des ressemblances dans ceux qui se comportent d'une manière analogue; enfin, les observations exposées dans ce Mémoire prouvent sans réplique que l'eau, abstraction faite de son emploi dans l'économie animale comme excipient du sang, des humeurs, comme moyen de tempérer les effets d'une trop grande chaleur à laquelle les animaux peuvent être exposés, est un des principes qui ont le plus d'influence sur l'existence de ces êtres par le genre d'action qu'elle exerce sur les tissus organiques : en effet, rappelons-nous que les tendons, le tissu jaune et les muscles dont le principe essentiel est la fibrine, sont les organes qui jouent le plus grand rôle dans tous les mouvemens des animaux, et qu'ils sont incapables de remplir l'objet que la nature leur a assigné s'ils ne contiennent pas cette *quantité d'eau* dont nous avons parlé.

On conçoit aisément tous les désordres qui doivent survenir dans les fonctions de la vie lorsque les animaux perdent une trop grande quantité d'eau par la surface de leur corps. On voit clairement que c'est avec raison que de Saussure a attribué *le hâle*, *les gerçures*, *les bouffissures* de la peau, auxquels l'homme est exposé

lorsqu'il s'élève sur de hautes montagnes, à l'extrême sécheresse de l'atmosphère dans ces régions. (Voyez *Voyages dans les Alpes*, tome IV, § 2061.) Nos observations, en confirmant l'opinion de l'illustre savant génevois, conduisent à penser que les fâcheux effets de la sécheresse sont susceptibles de s'étendre de la surface du corps aux organes intérieurs; car les circonstances favorables au dessèchement subsistant, on ne voit pas de motif pour que la perte de l'eau soit seulement limitée aux organes extérieurs. Cette manière de voir s'accorde si bien avec des expériences faites par le Dr Edwards, que nous nous empressons de mettre sous les yeux de nos lecteurs les résultats que cet habile observateur a bien voulu nous communiquer : c'est par là que nous finirons ce Mémoire. « En étudiant, dit-il, les causes » qui déterminent la mort des poissons dans l'air, j'ai » trouvé qu'une des plus importantes était la diminution » du poids des corps par la perte d'une certaine quantité » d'eau par la transpiration. J'ai trouvé que la mort pou- » vait aussi survenir par des pertes partielles sans que le » poids total du corps fût diminué. Lorsqu'on tient un » poisson, le corps dans l'eau et la tête dans l'atmo- » sphère, il meurt au bout d'un certain nombre d'heures, » variable suivant les conditions de température, etc. Si » on le pèse alors, on trouve qu'il a le même poids » qu'auparavant. Si on fait l'expérience inverse, en te- » nant la tête du poisson dans l'eau et le corps dans l'at- » mosphère, il meurt de même, mais plus tard, sans » éprouver une perte de poids. Mais la cause de sa mort, » comme il est visible, surtout dans ce dernier cas, est » le dessèchement d'organes essentiels à la vie, d'une

» part, les ouïes, de l'autre la peau. Ces expériences » font voir en outre que si l'absorption par la partie du » corps qui est en contact avec l'eau peut maintenir » le poids du corps, la distribution ne s'en fait pas à » toutes les parties dans une proportion suffisante pour » suppléer les pertes que l'organe exposé à l'air éprouve » par la transpiration. Lorsqu'on expose des animaux » à sang froid, tels que des lézards et des batraciens, » à l'action de l'air de manière qu'ils perdent de » leur poids par la transpiration, ils deviennent moins » agiles; leurs membres se roidissent, ils ne marchent » qu'avec peine; la contractilité de leurs muscles di- » minue à mesure qu'ils perdent de l'eau par l'évapo- » ration; enfin ils paraissent engourdis comme ils le » seraient par le froid. Mais si on les plonge dans l'eau, » on observe qu'ils absorbent ce liquide, et qu'ils repren- » nent leur motilité en recouvrant l'usage de leurs » muscles. »

EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 7 janvier 1822.

M. GAY-LUSSAC, vice-président de l'année dernière, occupe le fauteuil.

On procède à la nomination d'un vice-président qui, d'après les règlemens, doit être pris, cette année, dans les sciences physiques : M. Thenard réunit la majorité des suffrages.

M. Biot retire le dépôt cacheté qu'il avait fait au Secrétariat le 17 décembre dernier, et le remplace par une note plus étendue qui y sera déposée sous la date du 7 janvier.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit des *Remarques sur diverses parties encéphaliques observées dans des monstres humains réputés sans cerveau, et nommés, d'après cette hypothèse*, anencéphales.

M. Desmarets lit un *Mémoire sur les Crustacés fossiles.* (Il sera fait un rapport à ce sujet.)

On nomme au scrutin la Commission qui doit proposer un prix de mathématiques pour l'année 1824 : elle se trouve composée de MM. Laplace, Legendre, Poisson, Lacroix et Fourier.

M. Ampère lit un *Mémoire sur la Rotation d'un aimant qui ne peut tourner qu'autour de son axe, par l'action d'un fil métallique joignant les deux extrémités d'une pile de Volta.*

(M. Faraday, qui d'abord n'avait pas pu produire ce phénomène, a réussi dans de nouvelles tentatives depuis que M. Ampère lui a communiqué son expérience.)

Séance du lundi 14 janvier.

MM. Raffeneau de Lille, et Lullin de Châteauvieux, récemment nommés correspondans, remercient l'Académie.

M. Fourier lit un *Mémoire sur les Principes généraux de l'analyse algébrique.*

M. Brongniart fils lit un *Mémoire sur la Classification et la distribution des végétaux fossiles en général.*

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un *Mémoire sur les Voies digestives des monstres acéphales.*

Les Commissions chargées d'examiner les Mémoires envoyés au concours pour les prix de mathématiques et de physiologie seront composées ainsi qu'il suit : la première, de MM. Laplace, Legendre, Poisson, Lacroix et Fourier ; la seconde, de MM. Cuvier, Duméril, Hallé, Magendie et Geoffroy-Saint-Hilaire.

Séance du lundi 22 janvier.

M. Fresnel dépose un Supplément au Mémoire qu'il a présenté sur la double réfraction. Ce Supplément, ayant été renvoyé aux commissaires déjà nommés, sera examiné concurremment avec le Mémoire primitif.

M. Mathieu est chargé de faire un rapport verbal sur un nouvel instrument de géodésie que le Ministre de l'Intérieur a adressé à l'Académie.

M. Gaetano Rosina adresse un *Mémoire sur l'Azote, le carbone et l'hydrogène solidifiés par le moyen de l'oxide de fer.* Le Mémoire est accompagné d'un flacon rempli de produits. Il en sera rendu compte.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un Mémoire intitulé : *De la Nutrition intestinale du fœtus, et de sa plus grande conformité avec la nutrition de l'animal adulte.*

M. Cauchy lit un Mémoire intitulé : *Sur le Développement en série et sur l'intégration des équations différentielles.*

On lit une partie d'un *Mémoire* de M. Bourgeois *sur la Diffraction.*

On nomme au scrutin les Commissions qui seront

chargées de décerner le prix de mécanique, et d'examiner les Mémoires relatifs au triton.

Séance du lundi 28 janvier.

M. Laugier lit un *Mémoire sur l'Aérolithe de Juvénas.* (Nous ferons connaître prochainement ce Mémoire aux lecteurs des *Annales.*)

On nomme au scrutin la Commission qui, cette année, sera chargée de présenter des candidats pour la médaille fondée par M. Lalande.

On lit pour M. Reboul l'extrait d'un ouvrage de ce naturaliste sur les Pyrénées.

M. Delambre rend un compte verbal de la nouvelle livraison de l'ouvrage que publie M. Halma sur Ptolémée et les autres anciens astronomes.

Le Mémoire que M. Philibert Fontaneilles a présenté à l'Académie, intitulé : *Histoire du Pemphigus*, est renvoyé à l'examen d'une Commission.

NOTE *sur les Nivellemens barométriques.*

PAR M. NAVIER.

En négligeant la considération de la variation de la pesanteur dans le sens vertical, la formule au moyen de laquelle on calcule les hauteurs d'après les observations barométriques est :

$$Z = A\,(1 + 0{,}002\,.\,v)\left(\log.\frac{H}{h} + 0{,}00007825\,.\,u\right),$$

où Z représente la différence de niveau cherchée ; A un coefficient numérique égal à 18393^m pour le parallèle moyen, et qui varie avec la latitude suivant une loi connue ; v la somme des températures de l'air dans les deux stations ; H, h les hauteurs observées du baromètre aux stations inférieure et supérieure ; u la température du baromètre à la station supérieure, moins la température du baromètre à la station inférieure. Le nombre 0,0007825 est le produit de la dilatation cubique $\frac{1}{5550}$ du mercure par le rapport 0,434295 des logarithmes tabulaires aux logarithmes hyperboliques.

Si l'on a égard à la dilatation de l'échelle sur laquelle s'observent les hauteurs H, h, il faut, comme l'on sait, augmenter la dilatation cubique du mercure de la dilatation linéaire du corps sur laquelle l'échelle est gravée. En employant les résultats connus, on trouve que pour les échelles sur verre ou sur bois, le facteur de u devient 0,0000805, et pour les échelles sur cuivre 0,0000864 1. Cette correction ne doit point être négligée.

On a des tables qui donnent le logarithme de A pour chaque latitude. On peut aussi former d'avance les produits du coefficient de u par les nombres naturels, depuis 1 jusqu'à 9. Avec ce secours, le calcul de Z par la formule précédente paraît aussi prompt que l'usage des diverses tables dressées pour faciliter ce genre d'opération.

Lorsque la valeur d'un résultat se déduit ainsi, à l'aide d'une formule, de plusieurs élémens fournis par l'observation, il est susceptible d'une erreur qui dépend des erreurs partielles commises sur chacun de ces élémens. Il est très-utile de savoir quelle influence aura sur le

résultat une erreur commise sur l'un quelconque des élémens. On peut juger ainsi du degré d'approximation dont ce résultat est susceptible, et de plus on sait quels élémens il importe davantage d'obtenir avec exactitude.

Considérons une fonction U de plusieurs variables x, y, etc. Si la valeur de x venait à augmenter d'une quantité fort petite Δx, on sait, par les principes du calcul différentiel, que l'augmentation correspondante de U serait à très-peu près

$$\frac{dU}{dx}\Delta x.$$

Par conséquent, si nous considérons Δx, Δy, etc. comme de petites erreurs commises sur les élémens x, y, etc., les erreurs correspondantes qui en résulteront sur la fonction U, seront respectivement

$$\frac{dU}{dx}\Delta x,\ \frac{dU}{dy}\Delta y, \text{ etc.}$$

Et les *erreurs relatives* correspondantes, c'est-à-dire, les rapports des erreurs à la valeur de la fonction, seront :

$$\frac{1}{U}\frac{dU}{dx}\Delta x,\ \frac{1}{U}\frac{dU}{dy}\Delta y, \text{ etc.}$$

L'erreur relative totale sur U sera donc :

$$\frac{1}{U}\left(\frac{dU}{dx}\Delta x + \frac{dU}{dx}\Delta y + \text{ etc.}\right)$$

En appliquant ces principes à la formule précédente, on trouve, 1° qu'à l'erreur Δv sur la somme des températures de l'air, correspond une erreur relative sur Z égale à

$$\frac{0,002}{1+0,002 \,.\, v} \,.\, \Delta v\,;$$

2°. Qu'à des erreurs ΔH, Δh sur la hauteur des baromètres, correspondent des erreurs relatives égales à

$$\frac{N}{\log.\frac{H}{h}+0,00007825\,.\,u}\;\frac{\Delta H}{H},\quad \frac{-N}{\log.\frac{H}{h}+0,00007825\,.\,u}\;\frac{\Delta h}{h},$$

la lettre N représentant le nombre 0,434295;

3°. Qu'à l'erreur Δu sur la différence des températures des baromètres correspond l'erreur relative

$$\frac{0,00007825}{\log.\frac{H}{h}+0,00007825\,.\,u}\,.\,\Delta u.$$

On déduit de ces résultats les conséquences générales suivantes :

1°. L'influence des erreurs sur la température de l'air est indépendante de la hauteur que l'on mesure. Cette influence est telle, qu'un degré d'erreur sur la somme de ces températures donne toujours à fort peu près $\frac{1}{500}$ d'erreur sur la différence de niveau cherchée.

2°. L'observation des baromètres exige d'autant plus de soin que ces baromètres sont plus bas. Les erreurs provenant de cette observation influent en sens contraire sur le résultat. Leur influence dépend presque entièrement de la hauteur à mesurer. Si cette hauteur était fort petite, et par conséquent les colonnes barométriques presque égales, cette influence serait très-grande.

3°. L'observation de la température des baromètres

influe aussi d'autant plus sur le résultat que la hauteur est moindre, et les erreurs qui en dépendent, aussi-bien que celles qui dépendent de l'observation des baromètres, tendent à devenir infinies quand la distance verticale des stations devient nulle.

Les formules précédentes donneront d'ailleurs, dans chaque cas particulier, la valeur exacte des erreurs qui dépendent de chacun des élémens de l'observation.

Pour en donner une application, on cherchera jusqu'à quel degré d'approximation on peut espérer de porter la mesure des hauteurs fort petites, en supposant que l'observation ait lieu dans les circonstances les plus favorables ; et quoiqu'on ne puisse pas fixer avec précision le *minimum* des erreurs d'observation auxquelles on est exposé, il ne sera pas inutile de connaître le résultat de quelques hypothèses à ce sujet. On admettra donc que l'erreur commise sur la hauteur du mercure dans le baromètre est $\frac{1}{20}$ de millimètre; et que celle sur la différence u des températures des baromètres est 2°, non pas que l'on puisse commettre une telle erreur par l'observation des thermomètres, mais parce que, dans les baromètres ordinaires, on est rarement assuré que leurs thermomètres donnent la véritable température du mercure et de l'échelle. On supposera de plus qu'il s'agit d'une observation où les hauteurs respectives des baromètres sont respectivement $0^m,76$ et $0^m,755$; ce qui répond à une différence de niveau un peu plus grande que 50^m. D'après cela, en négligeant pour plus de simplicité dans le dénominateur des formules précédentes, le terme $0,00007825.u$, ce qui suppose les températures des baromètres très-peu différentes, on trouve, pour l'er-

reur relative du résultat provenant de l'observation du baromètre inférieur, 0,00996; pour celle provenant de l'observation du baromètre supérieur, 0,01004; et pour celle provenant de l'erreur sur la différence des températures des baromètres, l'échelle étant supposée en cuivre, 0,06027.

A l'égard de la somme ν des températures de l'air, il est difficile d'apprécier l'erreur à laquelle elle est exposée, parce qu'elle dépend presque entièrement des circonstances locales. Il paraît qu'on n'est guère assuré de connaître la véritable température d'une couche d'air à un ou deux degrés près. En supposant l'erreur sur ν de 2°, l'erreur relative qui en proviendrait sur le résultat serait 0,004.

Si toutes les erreurs que l'on vient d'évaluer s'ajoutent, l'erreur totale sera 0,0843; en sorte qu'on se tromperait de $\frac{1}{12}$ sur le résultat, c'est-à-dire, de 4^m environ sur 50. Telle est, dans les hypothèses précédentes, la plus grande erreur à laquelle on soit exposé. Il est à remarquer que près des $\frac{3}{4}$ de cette erreur proviennent de l'inexactitude de l'estimation de la température des baromètres. Si cette température était exactement connue, la plus grande erreur à craindre se réduirait à $\frac{1}{40}$. On voit, par ces résultats, qu'on peut espérer d'employer utilement le baromètre à la mesure des petites hauteurs, mais qu'il est indispensable d'adopter des dispositions qui fassent connaître avec certitude la température du mercure et de l'échelle.

Sur *la Solubilité de la magnésie pure, et de son carbonate dans l'eau froide et dans l'eau chaude.*

PAR M. FYFE.

SUIVANT le Dr Henry, l'eau dissout $\frac{1}{2000}$ de magnésie.
D'après Kirwan................ $\frac{1}{7900}$
D'après Dalton............... $\frac{1}{16000}$.

Thomson assure enfin que cette terre est entièrement insoluble.

La même incertitude règne à l'égard du carbonate de magnésie. Le Dr Murray dit que l'eau en prend $\frac{1}{2000}$; et M. Brande, que ce sel est tout-à-fait insoluble.

M. André Fyfe, professeur de chimie à Edimburgh, a soumis ces questions à un nouvel examen. Voici quels ont été ses résultats :

A 15°,5 centigrades, l'eau prend $\frac{1}{5760}$ de son poids en magnésie;

A 100°, la proportion dissoute est seulement $\frac{1}{36000}$.

La magnésie, comme la chaux (*Annales de Chimie et de Physique*. XVI. 213.) jouit donc de la propriété d'être *beaucoup plus soluble à froid qu'à chaud.*

M. Fyfe se procurait la magnésie dont il avait besoin pour ses expériences, en la précipitant du sulfate par un sous-carbonate, et exposant ensuite le carbonate de magnésie résultant à une chaleur long-temps continuée, et assez intense pour dégager la totalité de l'acide carbonique. Avant de faire cette opération, on lavait le précipité jusqu'au moment où le liquide qui passait à travers le filtre ne se troublait pas par l'addition du sulfate

de baryte. Il était alors prouvé qu'il ne s'y trouvait ni un excès de sulfate, ni quelques portions du carbonate alcalin.

Des expériences analogues ont prouvé :
Que l'eau à 15°,5 centig., prend $\frac{1}{2493}$ de carb. de magnésie; et que l'eau à 100°, n'en dissout que $\frac{1}{9000}$.

Quand on veut simplement prouver que l'eau froide dissout de plus grandes proportions de magnésie ou de carbonate que l'eau chaude, on peut, comme le dit M. Fyfe, faire chauffer graduellement une solution faite par une basse température, et l'on remarque bientôt que le liquide devient très-légèrement trouble. A l'instant de l'ébullition, il se précipite une matière floconneuse. Pour que cette expérience soit démonstrative, il est indispensable qu'elle se fasse dans un vase à col long et étroit, de manière qu'il ne s'évapore que très-peu de liquide.

(*Edimburgh. Philos. Journ.* N° x. 1821.)

Sur *une Matière gélatineuse tombée de l'atmosphère.*

Le 13 août 1819, entre huit et neuf heures du soir, on aperçut à Amherst dans le Massachussets, un globe de la grosseur d'une vessie enflée, qui lançait une lumière vive et blanche. Ce météore tomba près d'une maison, et fut examiné par M. Rufus Graves, ancien professeur de chimie au collége de Darmouth. Il avait la forme d'un plat de 8 pouces de diamètre et de 1 pouce d'épaisseur; sa teinte était celle de la peau de buffle;

on remarquait à la surface un duvet très-fin, analogue à celui qui recouvre le beau drap. En enlevant cette enveloppe, il resta une substance pulpeuse, de la consistance du savon mou, et qui répandait une odeur suffocante et nauséabonde. Après quelques minutes d'exposition à l'air, la teinte primitive s'était changée en une couleur livide semblable à celle du sang veineux. La matière attirait si rapidement l'humidité atmosphérique qu'une de ses portions qu'on avait placée dans un verre se liquéfia, et acquit la consistance et la couleur de l'amidon dont on se sert dans les usages domestiques : un intervalle de trois jours suffit à la vaporisation complète de tout ce que le verre renfermait. Il ne resta plus alors sur les parois et sur le fond du vase qu'une très-petite quantité de poudre couleur de cendre, qui n'avait ni goût ni odeur. Les acides nitrique et muriatique, faibles ou concentrés, n'agissaient aucunement sur la substance du météore; tandis que l'acide sulfurique concentré la dissolvait presque totalement avec une vive effervescence accompagnée d'un dégagement de gaz.

(*Journal d'Edimburgh.*)

(*Note du Rédacteur.*) Il manque à la relation précédente, pour être extrêmement curieuse, *la preuve* que la substance pulpeuse était réellement tombée de l'atmosphère. Il est à desirer que les témoins de l'événement donnent sur cela des détails plus circonstanciés. Quoi qu'il en soit, j'ai consulté, à l'occasion de cet article, les catalogues que M. Chladni a publiés sur les *chutes de substances moles, sèches ou humides*, dont les historiens ont parlé. Voici les seuls exemples qui me paraissent avoir quelque analogie avec le phénomène décrit par M. Rufus Graves :

Vers le milieu du neuvième siècle, il tomba des matières semblables à du sang coagulé.

En 1416, il tomba à Lucerne une masse analogue à du sang coagulé.

En 1548, 6 novembre. Turinge. Un globe de feu tomba avec un grand fracas ; ce globe était formé d'une substance rougeâtre semblable au sang coagulé.

En 1718, 24 mars. Ile de Léthy, dans l'Inde. On vit tomber un globe de feu, composé d'une matière gélatineuse.

En 1796, 8 mars. On a trouvé, après la chute d'un globe de feu, en Lusace, une matière visqueuse. J'en possède une petite portion (c'est toujours M. Chladni qui parle) dont la couleur et l'odeur ressemblent à un vernis brunâtre fort desséché.

Sur *la Guérison d'une paralysie par un coup de tonnerre.*

Depuis l'époque (1744) où Kratzenstein essaya pour la première fois de se servir de l'électricité dans le traitement de plusieurs maladies, il a été publié sur ce sujet un très-grand nombre d'ouvrages. Les uns annoncent des guérisons presque miraculeuses : suivant eux, la paralysie, l'hémiplégie, le tétanos, la surdité, diverses espèces de cécité ont cédé à l'application de ce stimulant. D'autres soutiennent, au contraire, que l'électricité ne produit aucun effet utile. Peut-être serait-il bon, dans cette incertitude, de soumettre la question à un nouvel examen. Peut-être l'opposition qu'on remarque entre les résultats qu'ont obtenus des médecins également di-

gnes de confiance tient-elle, en grande partie, à la manière différente d'opérer : ceux-ci s'étant, en effet, contentés de mettre le malade, isolé, en communication avec le conducteur de la machine, tandis que ceux-là ont toujours introduit le fluide dans la partie souffrante à l'aide de décharges plus ou moins violentes. Quoi qu'il en soit, voici un fait que nous venons de puiser dans l'un des journaux scientifiques qui se publient en Amérique :

M. Samuel Leffers, du comté de Carteret, dans la Caroline du Nord, avait été atteint d'une affection paralytique qui s'était fixée sur la face, et principalement sur les yeux. Pendant qu'il se promenait dans sa chambre, un coup de tonnerre le renversa sans connaissance; il revint à lui au bout de vingt minutes; mais il ne recouvra parfaitement l'usage de ses jambes que dans le reste du jour et de la nuit. Le lendemain, il se trouva parfaitement remis, et il témoigna le desir d'adresser à un de ses amis une relation détaillée de ce qui lui était arrivé; sa lettre fut très-longue et il l'écrivit sans le secours de lunettes. Depuis lors sa paralysie ne s'est plus reproduite. M. Leffers croit que le même choc qui a rétabli sa vue a, au contraire, nui à la délicatesse de son ouïe.

L'article d'où nous avons extrait ce qui précède est de M. Olmsted, professeur de chimie dans le collége de la Caroline au nord.

Sur *les Trombes de mer*.

Nous avons publié, tome XVIII, page 191, les résultats des observations de feu M. Maxwell sur les trombes

de mer. Le N° x de l'*Edimburgh philosophical Journal* renferme un Mémoire du Dr Francis Buchanan où l'on trouve des faits analogues que nous allons rapporter.

Le 24 mai 1788, pendant sa traversée d'Angleterre à l'Inde, M. Buchanan aperçut une trombe qui se détachait d'un nuage noirâtre dont l'élévation angulaire au-dessus de l'horizon paraissait d'environ 20°. Cette trombe, qui n'était pas droite, présentait sa concavité au vent. Dans la partie de la mer correspondant verticalement à la pointe de la trombe, il s'éleva, *avant que cette pointe atteignît le liquide*, un nuage semblable à la fumée qui s'échappe de la cheminée d'une machine à vapeur. L'eau, à la base du nuage ascendant, paraissait extrêmement agitée; on y voyait des tourbillons d'écume blanchâtre: un bruit analogue à celui que forme une cascade s'entendait distinctement. Lorsque la colonne supérieure commença à se retirer en remontant vers la couche de nuages d'où elle s'était détachée, le nuage ascendant inférieur s'abaissa à son tour *graduellement*, et finit par disparaître tout-à-fait dans la mer. La latitude du lieu de l'observation était 20°.45′ sud; la longitude 20° ouest, comptée de Greenwich; la distance à la trombe moins d'un mille; il pleuvait assez fortement sur le bâtiment, mais la pluie n'occupait qu'un très-petit espace; le vent était très-faible. Dans la soirée, il y eut des éclairs fréquens et du tonnerre.

Le 12 avril 1789, M. Buchanan se trouvant de nouveau dans l'Océan atlantique méridional, aperçut aussi une colonne de vapeur presque cylindrique, qui descendait verticalement des nuages dont le ciel était couvert.

L'extrémité inférieure et anguleuse de la colonne n'avait pas encore parcouru la moitié de l'intervalle compris entre le nuage et la mer, qu'il se forma sur celle-ci un tourbillon semblable à celui qu'on remarque au pied des grandes cataractes. Une colonne ascendante d'épaisses vapeurs s'éleva verticalement du même point, mais sans atteindre à une grande hauteur. La circonstance qui, dans cette observation, mérite le plus d'être recueillie, c'est que l'eau de la mer était encore agitée une minute après qu'on eut totalement perdu de vue la colonne verticale et descendante de vapeur, première cause du phénomène. Toutefois, comme l'observateur était assez loin (à trois milles) de la trombe, on pourrait supposer que la colonne en question n'avait pas disparu tout-à-fait, et qu'elle s'était seulement beaucoup affaiblie. Il n'y eut, le jour de cette observation, ni éclairs ni tonnerre. Le ciel, sur beaucoup de points, était couvert de nuages épais d'où il s'échappait fréquemment des ondées.

Sur *la Cristallisation de l'or à l'état métallique.*

Mr J. P. Charlton rapporte, dans les *Annals of Philosophy* pour novembre 1821, qu'ayant eu l'occasion de faire bouillir dans un matras de l'acide nitrique sur du mercure qui était amalgamé à une petite quantité d'or, il obtint, après la dissolution complète du mercure, de *longs filamens cristallisés d'or pur.* M. Charlton ne dit pas quelle était la forme de ces cristaux.

Sur *la Fabrication des eaux-de-vie de grains, et sur l'eau la plus convenable à la fermentation.*

Par M. Dubrunfaut, de Lille.

C'est une opinion généralement admise en théorie et en pratique que l'eau de pluie ou de rivière est la plus convenable pour obtenir une bonne fermentation. Ceux qui ont professé un principe différent ont prétendu que toutes les espèces d'eau, pourvu qu'elles soient potables, sont propres à remplir ce but. La première de ces deux opinions, quoique plus déraisonnable peut-être que l'autre, était cependant motivée par la plus grande pureté que l'on reconnaît dans les eaux de pluie et de rivière : aussi a-t-elle prévalu long-temps sans appel dans beaucoup d'ateliers, où l'on se serait fait scrupule d'employer de l'eau de puits ou de source.

Cette prédilection erronée, ainsi que je compte le prouver plus bas, a trouvé sa source dans une fausse application de la théorie chimique. En effet, que les opérations délicates de l'analyse et que les manipulations scrupuleuses de la teinture exigent une eau bien pure et bien dégagée de tout sel calcaire inutile aux résultats que l'on se propose, cela se conçoit parfaitement ; mais vouloir étendre cette précaution à d'autres opérations des arts, sur une simple probabilité et sans examen aucun, c'est préconiser une erreur préjudiciable.

La distillation des eaux-de-vie de grains, qui paraît avoir puisé ses premiers perfectionnemens en Allemagne, et particulièrement en Hollande, est devenue aujour-

d'hui un auxiliaire important de notre agriculture, surtout dans les départemens limitrophes du Nord et à l'est de la France.

La Flandre française, qui a hérité, dans cette branche industrielle, de la longue pratique des Hollandais, présente des distilleries où l'on tire constamment 55, 60 et même 65 litres d'eau-de-vie à 19°, d'un quintal métrique de farine de seigle. Cette assertion pourrait être taxée d'exagération par les distillateurs de l'est et de l'intérieur, si elle n'était appuyée par l'expérience d'un grand nombre d'ateliers. En effet, terme moyen, ceux-ci ne tirent guère plus de 40 à 44 litres de la même quantité de farine; encore cela n'est-il pas donné à tous les fabricans, puisqu'il en est qui ne tirent guère que 30 à 35 litres. Il n'est point d'art, je pense, qui présente d'anomalies plus remarquables d'une fabrique à l'autre.

Il serait curieux de connaître rigoureusement les causes de ces différences; mais la pratique a tellement devancé la théorie dans ce genre d'industrie, que nous sommes encore réduits à raisonner là-dessus avec beaucoup de timidité. Le fait que je vais avancer pour motiver ces différences me paraît cependant assez concluant, et sans prétendre qu'il en soit la cause unique, je crois qu'il doit en être une très-capitale.

Imbu des doctrines chimiques, j'étais étonné, en fréquentant les ateliers de nos distillateurs, de les voir faire forer à grands frais de vastes puits pour se procurer l'eau nécessaire à leurs fermentations, quand ils pouvaient prendre avec économie celle qui coulait dans la rivière, au pied de leurs fabriques. Je leur demandai la cause de leur préférence, et sans pouvoir me la motiver, ils s'ac-

cordent tous à me répondre qu'ils se souvenaient encore des pertes que leur avait fait éprouver l'emploi de l'eau de rivière, et qu'ils n'étaient pas disposés à recommencer. Un praticien plus observateur, que j'interrogeai sur la qualité de l'eau préférable à la fermentation, me répondit que c'était celle qui roulait sur des moellons.

Ce fut pour moi un trait de lumière; je me rappelai le moyen qu'Hyggins avait jadis indiqué aux colons de la Jamaïque pour prévenir la fermentation acide, et je ne doutai plus que nos eaux de puits, chargées de carbonate de chaux tenu en dissolution à l'aide d'un excès d'acide carbonique, n'opérassent dans les travaux de nos distillateurs, comme les pierres calcaires le faisaient moins efficacement dans les fermentations des colons de la Jamaïque. Effectivement ce carbonate, dissous, est disséminé également dans toute la masse de la cuve, et il se trouve par là même plus à portée d'agir sur les molécules d'acide qui se développent si facilement dans une fermentation très-délayée, et peut empêcher plus complètement les progrès de la fermentation acide si redoutée des distillateurs.

Je ne balance pas un moment à signaler cette circonstance comme une cause importante de la grande supériorité de nos distillateurs; et je suis d'autant plus porté à le faire, que l'expérience prouve qu'ils n'ont jamais tiré plus de 40 à 44 litres, et souvent moins, d'un quintal métrique de seigle, aussi long-temps qu'ils se sont obstinés à employer l'eau de rivière pour leurs fermentations.

Effets *du cuivre sur la végétation.*

M. Phillips nous apprend, dans les *Annals of Philosophy*, qu'ayant répandu accidentellement de l'oxide de cuivre et des dissolutions de ce métal près des racines d'un jeune peuplier, cet arbre parut en peu de temps fort languissant. Les feuilles des branches inférieures se séchèrent les premières; mais le mal se communiqua bientôt aux feuilles les plus élevées. Après avoir coupé une branche du peuplier, M. Phillips remarqua que la lame du couteau qu'il avait employé était couverte de cuivre dans une largeur précisément égale à celle de la branche : on ne peut donc pas douter que le cuivre n'eût été absorbé, et qu'il ne faille attribuer la mort de l'arbre à cette circonstance.

Antidote *contre le sublimé corrosif.*

Le Dr Taddei a reconnu que la farine de blé et le gluten amènent le sublimé corrosif à l'état de calomel, et que les animaux peuvent prendre des quantités considérables de mélanges formés avec du sublimé et de la farine, ou avec du sublimé et du gluten, sans en éprouver de fâcheux effets. De cette manière, M. Taddei a donné à des lapins, en moins de douze heures, jusqu'à 14 grains de sublimé sans qu'ils aient paru en souffrir: un seul grain aurait occasioné la mort s'il avait été pris sans mélange. Les mauvais effets d'un grain de sublimé sont neutralisés par 25 grains de gluten frais, par 13 gr. de gluten sec, et par 500 ou 600 gr. de farine.

TEMPÉRATURE *de quelques lacs de la Suisse.*

Nous avons rapporté, tome v, page 403, le tableau complet des observations faites par Saussure sur les températures auxquelles se trouve l'eau à la surface et au fond de divers lacs situés en Suisse et en Savoie. Plusieurs des déterminations de cet illustre physicien ont été récemment vérifiées par un observateur anglais, M. de La Bêche. Ce sont les résultats de ce dernier travail que nous mettons aujourd'hui sous les yeux des lecteurs des *Annales*, d'après la *Biblioth. univ.*, où ils ont été pour la première fois publiés. Nous devons avertir que M. de La Bêche s'est servi d'un de ces thermomètres qui marquent d'eux-mêmes, à l'aide d'un index mobile, le *minimum* de température auquel ils ont été exposés.

La profondeur, dans le tableau suivant, est exprimée en brasses de 6 pieds anglais; on se rappelle que ces pieds sont plus petits que ceux de France dans le rapport de 938 à 1000 ou dans celui de 15 à 16 environ.

La température de l'eau a toujours été prise à une demi-brasse du fond. Les nombres renfermés dans la seconde colonne de la table donnent les profondeurs du lac dans les diverses directions parcourues par l'observateur.

1819, le 15 septembre. De Genève à Genthod.

Profond. en brasses.	Tempér. en degrés centigr.
1	+ 19°,5;
$2\frac{1}{2}$	+ 19,0;
$4\frac{1}{2}$	+ 18,4;
5	+ 18,4;

Profond. en brasses.	Tempér. en degrés centigr.
7	+ 17,8 ;
10	+ 16,6 ;
12 ½	+ 14,5 ;
15	+ 12,2 ;
18	+ 11,6.

Le 15 septembre. De Genthod à Bellerive.

24	+ 10°,0 ;
27 ½	+ 7,3 ;
28 ½	+ 7,3.

Le 15 septembre. De Bellerive à Genève.

26	+ 7°,8 ;
20 ½	+ 11,1 ;
5	+ 18,4 ;
1 ½	+ 19,5.

Le 16 septembre. De Genève à Bellerive.

3 ½	+ 17°,8 ;
6	+ 17,2 ;
11	+ 14,5 ;
12	+ 14,5.

Le 20 septembre. De Bellerive à Copet.

14	+ 12°,8 ;
23	+ 7,3 ;
34	+ 6,6 ;
30	+ 7,3 ;
8	+ 16,6.

Le 20 septembre. De Copet à Hermance.

Profond. en brasses.	Tempér. en degrés centigr.
5	+ 18°,4;
15	+ 12,7;
19	+ 11,1.

Le 20 septembre. De Bellerive à Messeri.

23	+ 7°,7;
35	+ 6,6;
38	+ 6,6;
35	+ 6,6;
33	+ 6,6;
28	+ 7,3;
26	+ 7,3;
25	+ 7,3;
18	+ 14,6.

Le 20 septembre. De Messeri à Nion.

16	+ 13°,4;
35	+ 6,6;
40	+ 6,6;
40	+ 6,6;
32	+ 7,3;
27	+ 8,9;
23	+ 10,5;
13	+ 13,9.

Le 26 septembre. De Nion à la pointe au nord.

26	+ 8°,9;
28	+ 8,9.

Le 26 septembre. De ce cap à Yvoire.

Profond. en brasses.	Tempér. en degrés centigr.
31	+ 7°,7;
35	+ 6,6;
36	+ 6,6;
33	+ 6,6;
25	+ 8,4.

Le 27 septembre. De Thonon à Morges (grand lac).

14	+ 12°,2;
80	+ 6,4;
123	+ 6,4;
132	+ 6,4;
123	+ 6,4;
100	+ 6,4;
35	+ 8,4;
15	+ 13,9.

Le 27 septembre. De Morges à Ouchy.

28	+ 10°,0;
13	+ 15,5;
38	+ 7,7;
70	+ 6,6;
40	+ 7,3;
21	+ 9,9.

Le 28 septembre. D'Ouchy à Meillerie.

16	+ 15°,0;
148	+ 6,4;
161	+ 6,4;

Profond. en brasses.	Tempér. en degrés centigr.
150..............	+ 6,4;
145..............	+ 6,4;
145..............	+ 6,4.

Le 28 septembre. De Meillerie à Saint-Gingouph.

128..............	+ 6°,4;
118..............	+ 6,4;
110..............	+ 6,4;
109..............	+ 6,4.

Le 29 septembre. De Saint-Gingouph à Vevey.

90..............	+ 6°,4;
104..............	+ 6,4;
108..............	+ 6,4;
98..............	+ 6,4.

Le 30 septembre. De Vevey au château de Chillon.

81..............	+ 6°,4;
59..............	+ 6,6;
67..............	+ 6,6;
58..............	+ 6,4.

Le 1er octobre. De Vevey à Rolle.

137..............	+ 6°,4;
163..............	+ 6,4;
164..............	+ 6,4;
65..............	+ 6,6.

Le 1er octobre. De Rolle à Yvoire.

35..............	+ 7°,7.

Lac de Thun (entre la Pointe de Nase et le village de Leissingen.)

Profond. en brasses.	Tempér. en degrés centigr.
105..............	+ 5°,3;
50..............	+ 5,3;
15..............	+ 5,6;
surface...........	+ 15,6.

Lac de Zug (à une lieue de la ville, dans la direction du Riggi.)

38..............	+ 5°,0;
25..............	+ 5,0;
15..............	+ 5,5;
surface...........	+ 14,4.

On voit, d'après cette table, que, dans le lac de Genève, la température, à partir de 80 brasses et jusqu'aux plus grandes profondeurs, est, en septembre, de + 6°,4 centig. En février, Saussure avait trouvé + 5°,4, ce qui diffère peu du degré correspondant au *maximum* de densité de l'eau déterminé par les physiciens. Il me semble, en général, qu'on ne doit s'attendre à trouver *précisément* la température du *maximum* de densité au fond d'un lac, que dans le cas où il est alimenté par des courans abondans très-froids, ou lorsque sa surface arrive souvent d'elle-même, par l'effet des variations atmosphériques, à des températures voisines du terme de la congélation. Peut-être est-ce là l'origine des différences de température qu'on trouve, à profondeurs égales, entre les eaux des lacs de Thun et de Zug, comparées à celles du lac de Genève.

Un fait qui mérite d'être remarqué, c'est que ni la sonde, qui présentait un assez gros volume, ni le thermomètre, dont la monture était une masse de laiton brillante, ne pouvaient être aperçus dès qu'ils étaient descendus à la profondeur de trois ou quatre brasses, quoique l'eau parût d'une limpidité parfaite partout où cette expérience fut essayée.

Sur *la Composition de l'acide oxalique.*

Par M. Dobereiner.

M. Dobereiner avait avancé, il y a environ cinq ans, que l'acide oxalique ne contient point d'hydrogène, et qu'il est formé de volumes égaux d'oxide de carbone et d'acide carbonique, combinés avec une proportion d'eau. Il regardait cette eau comme essentielle à son existence, et il pensait que si on la lui enlevait, il devait se décomposer aussitôt. Réfléchissant ensuite à la grande affinité de l'acide sulfurique *fumant* pour l'eau, il a fait l'expérience suivante, qu'il a décrite dans une brochure sur la chimie pneumatique :

5 grains d'acide oxalique desséché, mais contenant une proportion d'eau, ont été mis en contact avec 200 grains d'acide sulfurique fumant, dans un appareil propre à recevoir les gaz sur le mercure. L'acide oxalique a disparu peu à peu entièrement, et a produit 9,4 pouces cubes de gaz; l'acide sulfurique est devenu moins fumant.

Les gaz lavés avec de l'ammoniaque ont été réduits à 4,7 pouces cubes, et contenaient par conséquent 4,7 pouces cubes d'acide carbonique. Le gaz que l'ammoniaque n'avait point absorbé était de l'oxide de carbone; car il brûlait en bleu, et en le faisant détoner dans l'eudiomètre de Volta, il a absorbé la moitié de son volume d'oxigène, et a produit un volume égal d'acide carbonique sans aucune apparence d'eau : or, le poids de l'acide carbonique, réuni à celui de l'oxide de carbone, représente exactement le poids de l'acide oxalique anhydre, et M. Dobereiner en conclut que cet acide ne contient point d'hydrogène ; car, s'il en contenait, on aurait dû obtenir de l'acide sulfureux; ou bien, si l'hydrogène se fût combiné avec une portion d'oxigène de l'acide oxalique, le gaz carbonique et l'oxide de carbone se seraient trouvés dans un autre rapport.

L'oxalate et le binoxalate de potasse, l'oxalate de soude, traités par l'acide sulfurique fumant, ont donné les mêmes résultats que l'acide oxalique : avec l'oxalate d'ammoniaque on obtient de l'eau et du cyanogène (*Blausäurestoff*)??

Dans ces expériences, l'acide sulfurique se combine seulement avec de l'eau, et pour qu'elles réussissent, il est indispensable qu'il soit fumant (comme celui de Northausen); car l'acide ordinaire ne décompose pas l'acide oxalique.

Le chlore sec est absorbé peu à peu par l'acide oxalique; on obtient une substance blanche, d'apparence saline, qui, lorsqu'on y ajoute de l'eau, se change en acide hydrochlorique et en acide carbonique.

SUR *quelques phénomènes de météorologie observés à Epinal, dans le département des Vosges, en août* 1821.

Par M. PARISOT, Professeur de physique.

LE 25 août 1821, M. Parisot remarqua, pendant un violent orage, « que le trait fulminant, en passant d'un » point de la nue à un autre quelquefois fort distant, » décrivait non des lignes brisées mais des *courbes*. » A des intervalles sensiblement égaux, d'environ dix » minutes, ce trait se dirigeait contre la terre. Alors » il apparaissait au milieu de l'obscurité profonde » comme un torrent de feu, environné d'une traînée de » petites étincelles, et l'on sentait le sol trembler sous » ces chocs puissans et redoublés.

» Nombre d'arbres isolés dans la campagne, plu- » sieurs dans les forêts, et surtout à leurs lisières, ont » été frappés durant cet orage ; mais je n'ai vu, dit M. Pa- » risot, aucun sapin, aucun peuplier, malgré leur forme » élevée, qui présentât de traces de la foudre (1). Un chêne » très-grand, situé près du moulin de *Vaudéville*, fut » consumé en entier. Le lendemain, il brûlait encore ; » mais il était creux et charbonné à son pied. »

Le 26 août 1821, un nouvel orage éclata sur les

---

(1) M. Parisot croit que ce genre d'arbres n'a pas été frappé, parce que les racines peu profondes ne descendent pas jusqu'à la terre humide en temps de sécheresse, et que dès-lors ils sont moins bons conducteurs.

sept heures du matin. Le tonnerre tomba sur une petite maison et renversa plusieurs des personnes qui l'habitaient. Quatre cerisiers, situés devant cette maison, offrirent après des circonstances fort remarquables : « 1°. leur écorce était coupée tout autour du tronc, au » niveau de la terre, et soulevée *de bas en haut :* en sorte » que les lambeaux, réunis dans la partie supérieure au » corps de l'arbre, formaient comme un entonnoir *ren-* » *versé* de trois à quatre décimètres de hauteur. 2°. Le » reste de l'arbre, c'est-à-dire, toute la partie supérieure » ne présentait aucune trace du passage de la foudre. » 3°. La totalité des branches, grosses et petites, ainsi » que les feuilles, depuis le pied jusqu'à la cime, étaient » recouvertes de terre et de boue *à leur surface inférieure.* » Enfin, on observait deux petits trous en terre, cor- » respondant aux points où deux fortes racines d'un des » arbres atteignaient le niveau des champs voisins. »

M. Hogard, ancien officier d'artillerie, raconte qu'étant occupé à dessiner devant sa fenêtre, au moment d'une explosion non moins terrible que celle dont nous venons de parler et qui eut lieu le même jour, il vit tout-à-coup son papier couvert d'une lumière éblouissante. Sa vue se porta sur-le-champ à l'extérieur pour chercher la cause du phénomène ; « il » aperçut alors un globe de feu, de 4 pouces de dia- » mètre environ, qui s'élevait vers les nuages sous un » angle qui lui parut de 50° à 60°, et avec un sifflement » analogue à celui des fusées d'artificier. Au même ins- » tant, il éprouva une commotion électrique si forte qu'il » s'en ressentit pendant plusieurs jours. L'explosion qui » suivit de près lui parut semblable à celle d'un mortier. »

Ces deux explosions, dit M. Parisot, « présentent » une réunion peu commune de circonstances propres à » caractériser ce que les physiciens appellent des *foudres* » *ascendantes*. »

Le même jour, à neuf heures et demie, dans le village de *la Chapelle-aux-Bois*, situé entre Bains et Epinal, la foudre frappa une petite maisonnette. « La glaise » qui remplaçait le pavé dans cette pauvre habitation » était profondément sillonnée en un grand nombre de » points, et avait eté projetée *contre le plancher supé-* » *rieur* auquel elle adhérait comme un crépissage. Une » mère qui, en berçant son enfant, s'était penchée vers » lui, eut la figure toute recouverte de cette terre; des » meurtrissures, visibles encore plusieurs semaines après, » offraient aussi la preuve que la glaise avait été lancée » de bas en haut avec une grande force. Une vache, qui » était dans l'écurie de la même maison, fut tuée. »

Pendant que ces événemens arrivaient à Epinal et au village de la Chapelle-aux-Bois, vers neuf heures du matin, « le grand bassin des eaux minérales et chaudes » de *Bains* parut tout-à-coup enveloppé d'une nappe de » feu. Les personnes qui s'y trouvaient, au nombre des- » quelles était M. le curé d'Epinal, ressentirent toutes » une vive commotion qui les frappa de bas en haut, et » une odeur de soufre insupportable. »

Le 30 août, un coup de tonnerre dirigé sur le bois de la Vierge brisa un chêne en vingt éclats, dont le moindre aurait formé la charge d'un homme.

Sur *les Brouillards des Mers Polaires.*

Les épais brouillards qui règnent avec tant de constance dans les mers Polaires pendant les mois d'été, sont le désespoir des pêcheurs de baleines. Dans l'année qui vient de s'écouler, par exemple, M. Scoresby n'a eu sur les côtes du Groënland, entre le 11 juillet et le 21 août, que trois jours de temps clair. Ce brouillard a cela de particulier qu'il ne s'élève guère qu'à 150 ou 200 pieds. A de plus grandes hauteurs, le soleil brille de tout son éclat, pendant qu'à la surface de la mer on ne voit rien à la distance de quelques pas. Quelle est la cause d'une si fréquente formation de vapeurs ? Des observations faites par M. Scoresby le 23 juillet 1821, lui semblent devoir fournir la réponse à cette question.

Cet habile navigateur rapporte que, dans les mers Polaires, il a invariablement trouvé pour la température de l'air au sommet d'un mât de 100 pieds, le temps étant serein, 1° à 1°,7 centigrades de moins qu'à la hauteur du pont de son bâtiment. Mais, le 23 juillet 1821, à onze heures du matin, cette expérience ayant été répétée par un brouillard très-épais, M. Scoresby a obtenu les résultats que voici :

Température de l'air au sommet du mât, à 100 pieds d'élévation au-dessus du niveau de la mer.	+ 1°,7 centig.
Température à la hauteur du pont....	+ 1°,0
Température de l'air à la surface de l'eau..............................	+ 1°,1
Température de l'eau..............	+ 1°,1.

La température, dans un temps de brouillard, augmente donc quand on s'élève, tandis que, par un ciel

serein, c'est tout le contraire qu'on observe. Mais pour avoir le droit de chercher dans ce fait l'explication du phénomène en question, il aurait déjà fallu, ce me semble, observer cette marche ascendante de la température avant la première formation du brouillard. M. Scoresby nous dit, en effet, que, le 23 juillet, le soleil brillait fortement au-dessus des brumes ; la couche supérieure devait donc être échauffée par les rayons de l'astre; tandis que ces mêmes rayons n'atteignaient les couches inférieures que dans de très-petites proportions. Comme personne, au reste, n'est plus capable que M. Scoresby lui-même de compléter sa curieuse observation, nous nous empresserons de communiquer aux lecteurs les remarques additionnelles qu'il aura l'occasion de faire dans de nouveaux voyages au Groënland, aussitôt qu'elles nous seront parvenues.

NOUVEAUX DÉTAILS *sur l'emploi des fusées à la Congrève pour la pêche des baleines.*

Nous avons publié un article sur cet objet dans le Cahier de décembre. Les nouveaux détails que nous mettons aujourd'hui sous les yeux des lecteurs ont été puisés dans les *Annales maritimes*.

La fusée dont on se sert est contenue dans un tube ou cylindre creux, de 7 à 8 pouces de longueur et d'environ 3 pouces de diamètre. Elle se meut librement dans le tube qu'on tient à la main comme un pistolet. La partie destinée à entrer dans le corps de l'animal est armée d'une pointe d'acier, à une légère distance de laquelle se

trouve un petit globe de fer de fonte, destiné à éclater comme un obus. Puis vient l'artifice qui fait mouvoir la fusée comme une chandelle romaine. L'artilleur qui la lance peut viser comme avec une arme à feu : or, telle est la justesse de tir que ce moyen comporte, qu'à la distance de 30 à 40 verges on atteint très-facilement l'animal dans la partie du corps à laquelle on a visé. La fusée sort majestueusement de son cylindre, et assez lentement pour que *peut-être* (ceci toutefois n'a pas été essayé) on pût dérouler une ligne qui y serait attachée. Bientôt elle acquiert une extrême rapidité, et si elle atteint la baleine perpendiculairement à sa surface, elle y pénètre à la profondeur de 5 à 6 pieds, éclate, et d'abord semble avoir anéanti l'animal, qui demeure stupéfait, engourdi, puis frissonne et revient à la vie, mais pour ne plus offrir qu'une faible résistance. L'explosion a lieu, même sous l'eau; ce qui prouve que le feu de ces fusées ne s'y éteint point.

On pouvait craindre que l'animal mourant en peu d'instans, il ne vînt à couler à fond et ne fût perdu : mais ceci n'arrive pas.

Chacune de ces fusées coûte 10 shillings.

Note *sur la Composition du phosphate d'ammoniaque et de magnésie.*

Par M. Anatole-Riffault.

Fourcroy, qui fit le premier connaître l'existence et la nature composée du phosphate ammoniaco-magnésien,

a donné en même temps la seule analyse que l'on trouve jusqu'à ce jour dans les ouvrages de chimie, où, d'après lui, on présente cette substance comme formée d'*à-peu-près* parties égales de phosphate de magnésie, de phosphate d'ammoniaque et d'eau (1). Si telle était sa vraie composition, le résidu de sa calcination devant se trouver à l'état de bi-phosphate de magnésie, ne contiendrait que 23 p. $\frac{0}{0}$ de magnésie, tandis que M. Marcet, qui s'est servi, comme on sait, pour séparer cette terre des eaux salées où elle se rencontre, du mode de précipitation par le phosphate triple, estime à 40 p. $\frac{0}{0}$ la quantité de base contenue dans le sel chauffé au rouge. Une aussi grande différence m'ayant fait naître quelques doutes sur les nombres indiqués par l'analyse, j'ai cru qu'il serait d'autant plus intéressant de la reprendre avec soin, que cette substance étant devenue aujourd'hui d'un emploi fréquent, ses élémens ont besoin d'être connus avec la même précision que les autres réactifs dont on fait usage.

Ayant donc pris du sulfate de magnésie bien pur, on y versa du bi-carbonate d'ammoniaque; il ne se produisit aucun changement; mais, par l'addition de phosphate de soude, il se forma instantanément un précipité abondant de phosphate d'ammoniaque et de magnésie. Il fut lavé jusqu'à épuisement de toute substance étrangère, exposé pendant plusieurs jours à l'air entre des doubles de papier, puis enfin, on acheva de le dépouiller de toute eau mécaniquement interposée, en le laissant pendant cinq ou six jours sous le récipient d'une machine pneu-

---

(1) Fourcroy, *Système*. II. 231.

matique, avec une capsule remplie d'acide sulfurique concentré. Il est utile de dessécher le sel avec toutes ces précautions; car il se décompose très-aisément; et une chaleur de 60° suffit pour en chasser une portion d'ammoniaque sensible à l'odorat.

4g,817 de phosphate ammoniaco-magnésien préparé de cette manière, chauffés au rouge blanc dans un creuset de platine, pendant au moins trois quarts d'heure, ont perdu 2g,528 ou 52,480 pour cent.

Dans un second essai, 2g,644 perdirent 1g,395 ou 52,571 : ainsi le résultat moyen montre que 100 parties de phosphate double contiennent 52,525 de matières volatiles.

Il fallait maintenant connaître les quantités de magnésie et d'acide contenues dans le résidu de la calcination; ayant éprouvé quelques difficultés dans les attaques qui en furent faites par la potasse caustique, on préféra de suivre une méthode un peu moins directe, mais plus exacte. A cet effet, on fit dissoudre dans l'eau une certaine quantité bien connue de sulfate de magnésie pur, et après y avoir ajouté du bi-carbonate d'ammoniaque en excès, on y versa du phosphate de soude jusqu'à cessation totale de précipité. Ce dernier fut ensuite lavé avec soin, puis jeté dans un creuset de platine et porté au rouge; on avait eu d'ailleurs la précaution de s'assurer d'avance qu'il ne se dégageait pendant l'opération rien autre chose que de l'ammoniaque et de l'eau. Le résultat moyen d'un grand nombre d'essais de ce genre fut que 100 p. de sulfate de magnésie anhydre ainsi transformées en phosphate produisent 93,353 de ce dernier : or, il résulte de l'analyse du sulfate de magnésie donnée par M. Gay-

Lussac (1), que ce sel contient 33,026 p. % de base, le phosphate résultant de la calcination du phosphate double sera donc formé de

Magnésie,	33,026 ou	35,378;
Acide phosphorique,	60,327	64,622.
	93,353	100,000.

Et par conséquent, dans les 47,475 de résidu fixe que laissent les 100 p. de phosphate ammoniaco-magnésien, il doit se trouver :

Magnésie,	16,808;
Acide phosphorique,	30,667.

Il restait maintenant à déterminer la quantité de l'autre base : j'essayai d'y parvenir en faisant bouillir le sel double avec une dissolution de potasse caustique; mais les violens soubresauts qui avaient lieu dans la cornue rendant l'opération difficile et peu digne de confiance, je renonçai à ce moyen; et pour parvenir à une bonne détermination, je fis usage du mode élégant d'analyse pour les substances azotées, indiqué pour la première fois par M. Gay-Lussac, et qui consiste dans l'emploi de l'oxide de cuivre. Ayant donc fait un mélange bien intime de $0^g,500$ de phosphate ammoniaco-magnésien avec environ dix fois son poids d'oxide noir de cuivre, il fut introduit dans un tube de verre fermé par un bout; sur ce mélange on mit environ deux fois son poids du même

(1) *Annales de Chimie et de Physique*. XIII. 308.

oxide, et enfin, on recouvrit celui-ci d'une couche de limaille de cuivre. Le tube fut alors fermé au moyen d'un bouchon traversé par un tube recourbé qui s'engageait sous une cloche. L'appareil ainsi disposé sur un fourneau, on porta peu à peu la partie du tube contenant l'oxide de cuivre et la tournure, jusqu'au rouge obscur. A cette époque, on commença à chauffer doucement la portion renfermant le mélange, et on éleva graduellement sa température jusqu'au rouge. Tout dégagement de gaz ayant alors cessé, on laissa refroidir l'appareil, et on mesura le volume gazeux obtenu; il se trouva de 44,85 centim. cubes, qui, ramenés à la pression et à la température moyennes, représentent en poids $0^g,05686$ de gaz azote ou $0^g,06938$ d'ammoniaque, et par conséquent 13,880 de cette base pour cent.

En réunissant donc les élémens qu'indique cette analyse, on trouve que le phosphate d'ammoniaque et de magnésie contient, dans 100 parties :

Acide phosphorique,	30,667;
Magnésie,	16,808;
Ammoniaque,	13,880;
Eau,	38,645.
	100,000.

Il est d'ailleurs évident que cette substance doit être considérée comme formée de deux sous-sels, puisque chacune des bases, prise isolément, serait suffisante pour saturer la totalité de l'acide qu'il renferme; en le partageant donc entre elles proportionnellement à leurs capa-

cités connues de saturation, on verra que la composition précédente revient à

Sous-phosphate de magnésie...	32,110;
Sous-phosphate d'ammoniaque...	29,245;
Eau........................	38,645.
	100,000.

La théorie des proportions chimiques confirme ce résultat, et elle représente la composition atomique du phosphate d'ammoniaque et de magnésie par

Sous-phosphate de magnésie...	1 atome...	32,042;
Sous-phosphate d'ammoniaque.	1 atome...	29,829;
Eau........................	5 atomes...	38,129.
		100,000.

Chacun de ces sous-phosphates est composé d'un atome d'acide phosphorique uni à 2 atomes de base. Celui de magnésie peut s'obtenir avec une grande facilité au moyen du phosphate neutre, qui se forme, comme on sait, par le simple mélange de deux dissolutions saturées à froid de phosphate de soude et de sulfate de magnésie. Le phosphate neutre se présente alors sous l'apparence de beaux cristaux, bien déterminés, très-efflorescens, et qui, dans cet état, contiennent :

1 proportion de phosphate neutre anhydre.	46,98;
7 proportions d'eau...................	53,02.
	100,00.

Quand on tient pendant quelque temps ces cristaux

dans l'eau bouillante, elle devient très-fortement acide, et le sous-phosphate de magnésie se précipite à l'état d'une poudre insoluble, retenant encore une proportion d'eau.

Dans l'estimation de la magnésie au moyen de la précipitation par la conversion en phosphate double, il y a une cause d'erreur contre laquelle il est bon d'être prévenu. Lorsqu'après avoir bien lavé le précipité on le met, encore humide, dans un creuset, et qu'on l'évapore, après qu'il a subi les premières impressions de la chaleur, il se rassemble beaucoup mieux au fond du vaisseau ; il se dégage en même temps une portion d'ammoniaque et la liqueur devient acide ; ce que l'on explique aisément d'après la facile décomposition du phosphate neutre de magnésie. Si donc, à cette époque, on voulait décanter une partie du liquide pour accélérer l'opération, on entraînerait une partie de l'acide phosphorique qui s'y trouve, et l'on commettrait une erreur en évaluant la magnésie d'après le poids du résidu.

MM. Berzelius et Dulong ont donné pour nombre équivalent de l'acide phosphorique deux résultats tellement rapprochés l'un de l'autre qu'il ne doit plus exister aucune incertitude à cet égard; cependant, comme M. Davy a exprimé le poids de cet acide d'une manière très-différente, et qu'il m'était indispensable pour calculer théoriquement la composition du phosphate ammoniaco-magnésien, je voulus être déterminé dans mon choix par une expérience; je fis en conséquence l'analyse du phosphate de baryte et celle du phosphate d'argent. Le résultat moyen de ces deux essais me donna 45,138 pour poids de l'acide phosphorique, nombre bien rap-

proché de 45,030 admis par M. Dulong : je n'ai donc pas hésité à adopter ce dernier nombre, et c'est lui que j'ai pris pour base de mon calcul.

MÉMOIRE

Sur la Conductibilité de plusieurs substances solides.

PAR M. DESPRETZ.

POUR faire connaître le sujet et les principaux résultats de ces nouvelles expériences, on présente au lecteur, 1° le premier article du Mémoire dans lequel l'auteur expose comme il suit l'objet de ses recherches; 2° le rapport fait à l'Académie des Sciences.

I. *Extrait du Mémoire de M.* Despretz.

Peu de branches de la physique sont plus dignes de fixer l'attention des hommes éclairés que les phénomènes de la chaleur; peu de parties ont été cultivées avec plus de suite et de succès depuis un demi-siècle. La chaleur, en effet, a le double avantage de fournir matière à de hautes spéculations, et de donner lieu à des applications nombreuses.

La nécessité de la détermination de la faculté qu'ont les divers corps de conduire plus ou moins facilement la chaleur s'est fait sentir dès l'origine de la physique expérimentale; mais la notion de la conductibilité ne

pouvait être puisée que dans une théorie exacte qui a été découverte récemment.

La connaissance des conductibilités est aussi précieuse pour les sciences et pour les arts que celle des densités et des chaleurs spécifiques. Cette connaissance fournirait au géomètre des données nécessaires à la solution numérique des plus importantes questions de la distribution de la chaleur dans l'intérieur des corps ; elle guiderait également le physicien expérimentateur et le manufacturier dans le choix des substances dont ils doivent faire usage.

Cependant on ne possède aujourd'hui qu'une seule détermination de ce genre : c'est celle du fer forgé, que M. Fourier a déduite de ses expériences.

Il est facile de voir que les essais d'Ingenhousz, de Mayer et de Buffon n'étaient nullement propres à faire connaître la conductibilité. Amontons et Lambert avaient aussi fait des recherches expérimentales et théoriques sur la propagation de la chaleur dans une barre métallique.

M. Biot et le comte de Rumford observèrent, par des expériences précises, la loi des températures décroissantes dans un prisme dont une extrémité est entretenue à une température constante.

Il n'est pas étonnant qu'on ne se soit pas occupé de la recherche des conductibilités, puisque les relations algébriques par lesquelles cet élément peut être déterminé n'étaient pas trouvées ; il fallait que l'analyse eût fait connaître les lois du mouvement de la chaleur dans l'intérieur des corps, découverte qui ne date que de quelques années, et qui est due à M. Fourier.

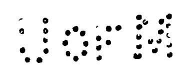
MM. de Laplace et Poisson ont aussi appliqué l'analyse à plusieurs questions importantes de la théorie de la chaleur, qui forme désormais une des branches principales de la physique mathématique.

II. *Rapport sur des expériences qui ont pour objet de mesurer, dans plusieurs substances, la faculté conductrice relative à la chaleur.*

L'auteur de ce Mémoire est M. Despretz, qui a déjà communiqué à l'Académie des recherches importantes sur différens sujets. Il s'est proposé, dans ce nouveau travail, d'observer la faculté conductrice relative à la chaleur. Les matières soumises à ses expériences sont le fer, le cuivre, l'étain, le plomb, le marbre, la terre de brique et la porcelaine. Nous avons été chargés, M. Poisson et moi, d'examiner le Mémoire de M. Despretz, et nous allons exposer le résultat de cet examen.

Les corps jouissent très-inégalement de la faculté de recevoir et de conduire la chaleur. Les uns, comme les métaux, sont plus facilement perméables, et la chaleur qui les a pénétrés passe assez promptement de chaque molécule extérieure à celles qui l'environnent. D'autres substances, comme le marbre, la porcelaine, le bois, le verre, opposent beaucoup plus d'obstacle à la transmission.

Cette facilité plus ou moins grande de conduire la chaleur dans l'intérieur de la masse doit être soigneusement distinguée d'une propriété analogue qui subsiste à la superficie des corps. En effet, les différentes surfaces sont inégalement pénétrables à l'action de la chaleur dans plusieurs cas, par exemple, lorsque la sur-



face est polie et a reçu l'éclat métallique, la chaleur que le corps contient s'échappe difficilement par voie d'irradiation dans le milieu environnant. Si cette même surface vient à perdre le brillant métallique, et surtout si on la couvre d'un enduit noir et mat, la chaleur rayonnante émise est beaucoup plus intense qu'auparavant, et cette quantité peut devenir six fois ou sept fois plus grande qu'elle ne l'était d'abord. Mais la chaleur rayonnante émise n'est qu'une assez petite partie de celle que le corps abandonne, lorsqu'il se refroidit dans l'air ou dans un milieu élastique; et la plus grande partie de cette chaleur perdue ne s'échappe point en rayons d'une longueur sensible; elle est communiquée à l'air par voie de contact; elle dépend principalement de l'espèce du milieu et de la pression.

Cette propriété de la surface s'exerce également en sens opposé lorsque le corps s'échauffe en recevant la chaleur du milieu, ou celle des objets environnans. Une même cause oppose le même obstacle à la chaleur qui tend à s'introduire dans le solide, et à celle qui tend à se dissiper dans le milieu, soit que cette chaleur, qui se porte à travers la surface, provienne du rayonnement ou du contact.

La quantité totale de chaleur que le solide abandonne dans l'air, ou celle qu'il reçoit, est donc modifiée par la nature et la pression du milieu, et par l'état de la superficie qui détermine la *pénétrabilité*.

Mais il n'en est pas de même de la perméabilité intérieure. La facilité plus ou moins grande de conduire la chaleur, et de la porter d'une molécule à une autre, est une qualité propre, totalement indépendante de l'état de

la superficie et des conditions extérieures. C'est cette qualité spécifique que l'auteur du Mémoire s'est proposé d'observer. On peut facilement juger combien les recherches de ce genre intéressent la physique générale et les arts, et combien il serait utile de connaître avec quelle facilité la chaleur se propage dans les diverses substances. Ces recherches tendent à perfectionner des arts très-importans, et tous les usages économiques qui exigent l'emploi et la distribution du feu. La faculté conductrice dont il s'agit est une qualité du même ordre que la capacité de chaleur, et l'on a les mêmes motifs de mesurer avec précision l'une et l'autre propriété.

Nous ne rappellerons point les recherches analytiques qui servent de fondement à la mesure des conductibilités ; elles ont fait connaître divers moyens de déterminer le coeffieient relatif à cette propriété. On en avait fait une première application à la matière du fer forgé, et l'on ne connaissait jusqu'ici la mesure de la conductibilité que pour cette seule substance.

Le travail de M. Despretz comprend neuf matières différentes, et l'on doit desirer qu'un grand nombre de corps soient soumis par la suite à des observations semblables, afin de composer une table des *perméabilités* analogue à celles des capacités spécifiques et des pesanteurs. Ces recherches exigent beaucoup de soin et sont fort dispendieuses ; très-peu de particuliers pourraient les entreprendre ; elles ont un droit spécial aux encouragemens destinés aux sciences.

Franklin et Ingenhousz ont tenté les premiers de comparer différens corps entre eux sous ce point de vue. Une théorie exacte, telle que nous la possédons aujourd'hui,



pourrait déduire de ces observations des conséquences utiles; mais il est préférable d'employer un autre procédé que nous allons décrire sommairement.

On suspend horizontalement une barre prismatique, et l'on chauffe l'extrémité en plaçant au-dessous une lampe dont le foyer est constant; le prisme est percé en divers endroits de trous, qui pénètrent jusqu'à plus de moitié de l'épaisseur; on les remplit d'un liquide, comme le mercure ou l'huile, et l'on y place autant de thermomètres destinés à mesurer les températures des différens points du prisme. Ces thermomètres s'élèvent successivement, à mesure que la chaleur sortie du foyer se propage et s'établit dans le solide. On règle continuellement l'intensité de la flamme, en sorte que le thermomètre le plus voisin du foyer marque une température fixe. On a appris, par l'expérience même, que l'on peut toujours satisfaire à cette condition. Il en résulte que les températures des thermomètres suivans deviennent sensiblement constantes; alors le prisme est dans cet état invariable que l'on se propose d'observer. L'expérience doit durer environ cinq, six ou huit heures, lorsque la matière du prisme a une faible conductibilité; après ce temps, pendant lequel la température de la pièce où l'on observe doit demeurer sensiblement la même, on mesure avec précision les températures devenues stationnaires. On retranche de chacune des températures mesurées la température constante de l'air, et l'on écrit l'excès indiqué par chaque thermomètre. La théorie fait connaître comment on peut déduire de ces dernières quantités la valeur numérique propre à la matière du prisme.

L'auteur du Mémoire s'étant proposé seulement de connaître les rapports des conductibilités, a fait en sorte que l'état de la superficie fût le même pour tous les prismes de différentes matières. Pour cela, il a enduit toutes les surfaces d'un même vernis noir. Des expériences précédentes sur le refroidissement des métaux lui ont servi à régler le nombre et l'épaisseur des couches, en sorte que toutes les barres eussent une même enveloppe également pénétrable à la chaleur. Cette condition, que l'auteur avait déjà observée dans d'autres recherches, était en effet indispensable; elle donne un moyen facile de déterminer les conductibilités respectives. A la vérité, on ne connaît point ainsi les valeurs absolues; mais celle du fer ayant été déterminée, comme nous l'avons dit, par d'autres expériences, il suffisait de connaître les rapports, en comparant au fer toutes les autres substances.

Les observations contenues dans le Mémoire rendent très-sensibles plusieurs résultats que l'analyse avait fait connaître depuis long-temps, mais qu'on retrouve avec intérêt par la voie expérimentale. Ainsi, la théorie avait appris que dans les corps dont la conductibilité a une assez grande valeur, comme le cuivre, et même le fer, les thermomètres placés à distances égales dans l'axe du prisme indiquent des températures qui décroissent sensiblement comme les termes d'une série récurrente. Nous remarquons en effet cette loi dans le tableau des nombres observés; et si elle n'avait pas été donnée par la théorie, il est évident qu'on la déduirait aujourd'hui de l'observation.

Il nous reste à indiquer les valeurs numériques que ces dernières expériences ont procurées. L'usage commun

suffirait pour montrer que le cuivre conduit plus facilement la chaleur que le fer ou l'étain, et que le marbre et la porcelaine jouissent de cette faculté à un degré très-inférieur à celui qui convient aux métaux; mais on n'avait point encore exprimé ces rapports par des nombres. Les valeurs numériques que l'on a déterminées d'abord ne peuvent encore avoir la précision qu'elles acquerront un jour; mais on n'en avait jusqu'ici aucune connaissance, et elles étaient indispensables pour préparer d'autres observations.

Si l'on compare entre eux les neuf corps différens qui ont été l'objet des expériences de M. Despretz, et si on les écrit par ordre, en commençant par les substances dont la faculté conductrice est la plus grande, on les trouve rangés comme il suit : *cuivre*, *fer*, *zinc*, *étain*, *plomb*, *marbre*, *porcelaine*, *terre de brique*. La conductibilité du cuivre est plus grande que celle du fer dans le rapport de 12 à 5.

Le fer, le zinc et l'étain ne diffèrent pas beaucoup par cette qualité. La conductibilité du plomb est moindre que la moitié de celle du fer; elle est cinq fois plus petite que celle du cuivre.

Le marbre est deux fois meilleur conducteur que la porcelaine; mais cette conductibilité du marbre n'est que la seizième partie de celle du fer.

Enfin, la terre de brique et la porcelaine ont à-peu-près la même conductibilité, savoir, la moitié de celle du marbre. Il en résulte, par exemple, que le même foyer qui échaufferait une pièce close dont les murs seraient de marbre et auraient un pied d'épaisseur, procurerait le même degré de chaleur dans une seconde pièce dont les

murs auraient seulement un demi-pied d'épaisseur, mais seraient formés de terre de brique, en supposant que l'étendue et l'état des surfaces fussent les mêmes de part et d'autre ; car, pour produire le même échauffement final, il faut que les épaisseurs soient en raison inverse des conductibilités. C'est un des résultats de la théorie, qu'il est très-facile de démontrer.

Les valeurs numériques déduites de ces expériences nous paraissent encore sujettes à diverses causes d'incertitude, comme toutes celles de ce genre qui ont été déterminées pour la première fois. En effet, l'observateur ne peut pas toujours assigner et choisir d'avance les conditions les plus favorables à la précision des résultats ; souvent même ces conditions ne peuvent être connues qu'après des épreuves réitérées. Pour la mesure des conductibilités, et surtout pour les substances métalliques qui jouissent de cette faculté à un assez haut degré, il pourrait être préférable de donner plus de longueur aux prismes.

D'ailleurs, la théorie elle-même n'est pas exempte de toute incertitude. On ne peut douter, par exemple, que le coefficient, qui exprime la conductibilité propre, ne varie avec la température ; et il peut se faire que ces changemens, qui sont presque insensibles dans différens corps, soient beaucoup plus grands pour d'autres substances. On serait éclairé sur ce point et sur divers autres, par la comparaison des résultats du calcul avec un grand nombre d'observations très précises.

En général, ceux des nombres qui concernent le fer, le cuivre, le zinc et l'étain, peuvent être regardés comme plus exactement connus que ceux qui se rapportent aux substances dont la conductibilité est très-faible, comme

la brique, le marbre et la porcelaine. De nouvelles observations serviront à confirmer ou à modifier ces résultats. On doit desirer aussi que ces expériences soient appliquées à d'autres substances, comme l'argent, la fonte, l'or, le platine, et aux matières qui ont très-peu de conductibilité, comme le verre, le charbon et les bois. Il faut remarquer, à ce sujet, que la théorie fait connaître divers autres moyens de mesurer les valeurs numériques de la conductibilité, et qu'elle comprend aussi les cas où l'on doit avoir égard au décroissement des températures, depuis l'axe du prisme jusqu'à la surface.

Personne n'est plus propre à entreprendre avec succès le travail dont il s'agit que l'auteur même du Mémoire, déjà connu par des observations intéressantes, toutes dirigées vers l'uti lité publique. C'est d'après ces motifs que nous avons l'honneur de vous proposer d'accorder votre approbation aux recherches que M. Despretz vous a présentées. Nous pensons que ces premiers résultats, joints à ceux que l'auteur se propose d'obtenir par de nouvelles expériences, doivent être insérés dans la collection des *Mémoires des savans étrangers*; que leur publication intéresse les progrès des sciences physiques, et que ce travail mérite, à tous égards, le suffrage et les encouragemens de l'Académie.

Ce rapport, lu, au nom d'une Commission, par M. Fourier, a été approuvé par l'Académie, dans sa séance du 17 septembre 1821.

Sur *le Tremblement de terre du* 19 *février* 1822.

Les journaux annoncent qu'un fort tremblement de terre s'est fait sentir, le 19 février dernier, en Auvergne, à Lyon

et en Suisse. Nous recueillerons avec soin les détails qui seront publiés à ce sujet, et nous mettrons sous les yeux des lecteurs tout ce qui paraîtra digne d'intérêt. Dans cette note, je me propose uniquement de prouver que la secousse s'est étendue jusqu'à Paris; qu'elle s'y est fait sentir le matin, à huit heures trois quarts (temps vrai), ou peu de minutes auparavant, et que sa direction coïncidait à fort peu près avec celle du méridien magnétique.

La grande salle de l'Observatoire royal de Paris renferme une boussole construite par Fortin et destinée à la détermination des variations diurnes de la déclinaison. L'aiguille a 44 centimètres de longueur, et est suspendue horizontalement à un long fil de soie plate ou sans torsion. Aux extrémités de l'appareil sont deux microscopes dirigés perpendiculairement à l'aiguille, et qui servent à découvrir ses plus petits mouvemens horizontaux. Nous décrirons cet instrument avec plus de détail quand nous publierons les résultats de la nombreuse suite d'observations magnétiques qui sont déposées dans les archives du Bureau des Longitudes : pour le moment, il suffira d'ajouter que vers les heures des *minima* et des *maxima* de la déclinaison, c'est-à-dire, depuis sept heures trois quarts du matin jusqu'à neuf heures un quart; et depuis midi jusqu'à une heure et demie, on observe journellement l'aiguille de quart d'heure en quart d'heure. Voici maintenant l'extrait du regître pour le 19 février 1822 :

A 8 h. du matin, l'aiguille paraissait parfaitement tranquille, même sous le microscope.

A 8 h. $\frac{1}{4}$ du matin, circonstances toutes pareilles : l'extrémité nord s'est seulement rapprochée du méridien terrestre de quelques secondes.

8 h. $\frac{1}{2}$ ...... l'aiguille toujours fort tranquille. La marche de la pointe nord vers le méridien a cessé ; l'aiguille est maintenant au *minimum* de déclinaison.

8 h. $\frac{3}{4}$ .... Il n'y a point eu, à cette heure, d'observation proprement dite, ou en d'autres termes, d'indication *en nombres* de la place du microscope ; mais voici ce que j'avais écrit sur le regître :

L'aiguille de la boussole est très-agitée. J'ajouterai même que rien de semblable ne s'était présenté depuis que nous observons à Paris les variations diurnes. Les mouvemens sont si grands que le microscope n'est pas nécessaire pour les observer : on les aperçoit parfaitement à l'œil nu. La circonstance qui rend ce dérangement remarquable, c'est que *les oscillations de l'aiguille se font exclusivement dans le sens de sa longueur. Je ne vois qu'un tremblement de terre* qui ait pu donner lieu à un mouvement de cette espèce ; encore faut-il qu'il ait été exactement dirigé dans le sens du méridien magnétique, c'est-à-dire, dans une ligne formant avec le méridien terrestre un angle de 22° $\frac{1}{4}$.

9 h. Aiguille très-tranquille. La pointe nord n'a encore rétrogradé vers l'ouest que de 6″.

9 h. 15′. Mêmes circonstances. La marche vers l'ouest depuis 9 h. n'a été que de 6″.

9 h. 30'. Aiguille tranquille. Le mouvement vers l'ouest se continue, comme à l'ordinaire, graduellement et sans secousses.

Le sens dans lequel les oscillations s'exécutaient à 8 h. $\frac{3}{4}$ a permis de reconnaître que l'axe de l'aiguille était alors dans une position exactement moyenne entre les deux déclinaisons, d'ailleurs si peu différentes, observées à 8 h. $\frac{1}{2}$ et à 9 h. Si l'électricité, comme on le suppose assez généralement, joue un rôle dans les tremblemens de terre, on voit du moins que, dans celui du 19 février, elle a été sans effet sur la déclinaison de l'aiguille aimantée.

J'ai rédigé cette note à l'intant même où les grands mouvemens de l'aiguille se manifestaient. Ayant appris depuis que la secousse avait été assez forte à Paris pour que des personnes couchées dans leurs lits l'eussent ressentie, il m'a paru curieux de rechercher si la marche de l'horloge sidérale de l'Observatoire n'en aurait pas été affectée. Mais la table que voici montrera qu'à cet égard le tremblement de terre a été absolument sans effet. Les oscillations du pendule se font dans le plan du méridien.

Avance diurne de la pendule sidérale de l'Observatoire.

Du 15 au 16 février.	0",48 ;
Du 16 au 17.......	0,50 ;
Du 17 au 18.......	0,45 ;
Du 18 au 19.......	0,40 ;
Du 19 au 20.......	0,47 ;
Du 20 au 21.......	0,47 ;
Du 21 au 22.......	0,40.

Moyen *de conserver les œufs.*

Par M. Cadet.

En 1820, un fournisseur de la halle de Paris demanda à M. le Préfet de Police la permission de vendre, au marché, des œufs gardés depuis un an dans une composition dont il ne communiquait pas la recette. Déjà plus de 30000 œufs, ainsi conservés, avaient été livrés au commerce sans qu'aucune plainte se fût élevée contre le fournisseur, lorsque le Conseil de salubrité fut chargé d'examiner des échantillons de ces œufs. Ils furent trouvés presque aussi frais que s'ils étaient récens, et on ne les distinguait des œufs ordinaires que par une couche pulvérulente de carbonate de chaux que je remarquai sur leur coquille. Cet indice me mit sur la voie du procédé de conservation, et je tentai l'expérience suivante, qui eut un plein succès:

Le 24 novembre 1820, je renfermai une demi-douzaine d'œufs frais dans un bocal de verre que je remplis entièrement d'eau de chaux, avec excès de chaux : le 8 septembre 1821, le Conseil de salubrité chargea MM. Marc et Pariset de constater avec moi le résultat de cet essai. Un des œufs qui, par accident, s'était fendu sans se briser tout à-fait, était entièrement coagulé, mais ne répandait aucune espèce de mauvaise odeur; les autres œufs étaient pleins, et avaient conservé leur translucidité. Cuits pendant trois minutes dans l'eau bouillante, ils ont paru fort délicats et de fort bon goût.

Ainsi, l'eau de chaux a parfaitement conservé ces œufs pendant neuf mois et demi : on réussirait aussi bien, je pense, en se servant d'une solution peu saturée de muriate de chaux. Ce moyen est employé avec succès depuis quelque temps pour conserver des pièces anatomiques ou des morceaux d'histoire naturelle. Le muriate de chaux remplace très-bien, dit-on, l'alcool, qui est beaucoup plus coûteux, ou la solution d'alun, qui souvent altère les substances. Des œufs couverts d'une faible dissolution d'alun n'ont pu s'y conserver; leur coquille fut

percée, et ils produisirent beaucoup d'hydrogène sulfuré.

On peut aussi conserver les œufs en les plongeant pendant une vingtaine de secondes dans de l'eau bouillante : il se forme une pellicule albumineuse solide qui s'applique contre les parois de la coquille, et s'oppose à l'évaporation. Les œufs, retirés de l'eau chaude, sont essuyés et mis ensuite dans un vase que l'on remplit de cendre tamisée. On a soin de la fouler un peu.

Les œufs que j'ai conservés par ce procédé, examinés neuf mois après, n'avaient aucune mauvaise odeur, aucune saveur étrangère; mais ils étaient d'une couleur gris-verdâtre qui ne donnait pas l'envie de les manger; ils n'étaient qu'à moitié pleins; le blanc et le jaune étaient en partie coagulés : cependant ils ont durci dans l'eau bouillante. (Extr. du *Journ. de Pharm.* VII. 456.)

SUR *la Phosphorescence du sulfate de quinine.*

M. CALLAUD, pharmacien à Annecy, a observé que le sulfate de quinine, chauffé à une douce chaleur, devient entièrement lumineux. La phosphorescence est d'autant plus vive, et le phénomène dure d'autant plus longtemps, que le sulfate est plus pur, plus blanc et plus sec. M. Pelletier a répété l'expérience de M. Callaud, et l'a trouvée exacte. Il a de plus constaté que le sulfate de cinchonine, chauffé dans une capsule, à la vapeur de l'eau bouillante, devient aussi lumineux que le sulfate de quinine. Les bases de ces deux sels, et leurs combinaisons avec l'acide acétique, ne sont pas phosphorescentes.

(*Journal de Pharmacie.* VII. 579).

JOURS.	9 HEURES DU MATIN Barom. à 0°.	9 HEURES DU MATIN Therm. extér.	9 HEURES DU MATIN Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	MIDI. Therm. extér.	MIDI. Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	3 HEURES DU SOIR. Therm. extér.	3 HEURES DU SOIR. Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	9 HEURES DU SOIR. Therm. extér.	9 HEURES DU SOIR. Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	THERMOMÈTRE. minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	758,54	+ 2,8	81	756,33	+ 5,6	85	754,28	+ 5,5	89	752,46	+ 4,3	89	+ 5,6	+ 0,9	Très-nuag., brouil.	S.
2	751,06	+ 3,0	89	750,94	+ 5,8	77	751,19	+ 5,3	67	753,37	+ 3,0	90	+ 5,8	+ 2,3	Nuageux.	O.
3	755,73	+ 3,0	89	754,67	+ 5,5	77	753,15	+ 5,3	79	748,30	+ 3,5	90	+ 5,5	+ 2,5	Quelques éclaircies.	O.
4	739,43	+ 4,0	90	738,40	+ 7,6	81	737,40	+ 7,3	81	738,77	+ 5,3	90	+ 7,6	+ 3,9	Nuageux.	S. O.
5	745,50	+ 1,8	84	747,00	+ 2,0	80	748,78	+ 1,3	79	752,23	+ 1,5	60	+ 2,0	+ 1,0	Couvert, brouillard.	N. E. fort.
6	755,80	— 1,0	70	755,92	+ 1,1	55	755,88	+ 1,3	53	757,58	— 0,3	72	+ 1,4	— 1,5	Beau.	N. E.
7	756,58	— 1,1	82	756,30	+ 1,3	72	756,38	+ 1,1	71	757,58	— 1,0	75	+ 1,3	— 3,5	Couvert, brouillard.	N. E.
8	760,02	— 2,0	83	760,07	— 1,0	80	760,22	— 2,4	82	760,47	— 1,0	82	— 1,0	— 2,8	Couvert, brouillard.	N. E.
9	759,37	+ 2,3	83	759,75	+ 4,9	83	760,35	+ 4,5	83	762,35	+ 3,3	82	+ 4,9	+ 1,5	Couvert, brouillard.	N. E.
10	763,58	+ 2,8	83	763,20	+ 6,0	84	762,57	+ 6,0	80	762,50	+ 5,5	83	+ 6,0	+ 2,5	Couvert, brouillard.	N. E.
11	764,46	+ 5,8	84	765,07	+ 7,0	84	765,39	+ 7,9	84	766,44	+ 6,6	85	+ 7,9	+ 5,3	Brouill. très humide	N. E.
12	767,25	+ 6,3	84	767,28	+ 8,0	77	767,59	+ 8,1	82	769,25	+ 4,5	85	+ 8,4	+ 4,5	Très-nuageux.	N. O.
13	768,96	+ 6,5	84	768,40	+ 8,8	84	768,06	+ 8,5	84	767,62	+ 8,0	81	+ 8,8	+ 5,8	Couvert, brouillard	S. O.
14	766,41	+ 7,5	85	766,33	+ 9,1	74	766,26	+ 8,6	51	765,69	+ 5,0	89	+ 9,4	+ 4,0	Quelques éclaircies.	O.
15	760,25	+ 6,3	66	761,00	+ 3,4	71	761,26	+ 5,1	34	762,10	+ 2,8	64	+ 6,8	+ 2,5	Nuageux.	N N. O. fort.
16	762,13	+ 1,0	72	760,84	+ 3,5	58	759,48	+ 2,9	55	759,88	+ 0,1	70	+ 3,5	+ 0,1	Quelques éclaircies.	O. N. O.
17	762,28	— 0,9	81	762,73	+ 2,8	67	763,24	+ 3,8	65	761,00	+ 1,8	90	+ 3,8	— 1,5	Légères vapeurs.	N. O.
18	768,00	+ 3,5	89	768,38	+ 6,5	79	768,34	+ 6,5	81	769,60	+ 4,5	89	+ 6,5	+ 2,8	Couvert, brouillard.	N. O.
19	770,16	+ 5,6	92	769,95	+ 7,4	89	769,87	+ 7,1	89	770,28	+ 5,7	93	+ 7,4	+ 4,8	Pluie par intervalles.	O. N. O.
20	767,87	+ 6,4	83	766,97	+ 8,8	74	766,50	+ 8,4	74	766,20	+ 7,0	84	+ 8,8	+ 5,6	Quelques éclaircies.	S. O.
21	766,82	+ 7,3	92	767,05	+ 8,8	80	767,23	+ 8,0	53	764,10	+ 5,8	85	+ 8,8	+ 5,8	Quelques éclaircies.	O.
22	771,00	+ 5,5	90	770,90	+ 7,5	78	770,17	+ 7,6	79	769,74	+ 5,8	90	+ 7,6	+ 4,8	Couvert, brouillard.	O.
23	767,40	+ 4,5	89	766,33	+ 5,9	86	764,95	+ 6,5	70	764,08	+ 1,3	96	+ 6,5	+ 1,3	Nuageux, brouillard.	O.
24	760,08	+ 3,6	90	759,34	+ 6,4	82	757,76	+ 6,1	66	755,87	+ 5,9	91	+ 6,4	+ 3,1	Couvert.	S. S. O.
25	758,59	+ 8,0	91	759,46	+ 9,6	63	759,26	+ 9,8	81	760,82	+ 7,3	80	+ 9,8	+ 7,3	Couvert, brouillard.	O.
26	761,30	+ 7,0	75	759,72	+ 8,8	71	759,04	+ 7,3	80	765,60	+ 5,8	70	+ 8,8	+ 5,8	Couvert.	O.
27	764,70	+ 2,8	80	765,54	+ 6,3	66	766,00	+ 5,8	61	767,53	+ 3,8	71	+ 6,3	+ 1,0	Couvert.	N. O.
28	765,80	+ 3,0	72	764,52	+ 4,8	72	763,30	+ 5,3	84	763,23	+ 5,8	92	+ 5,8	+ 2,5	Couvert, brouillard.	S. O.
29	763,08	+ 6,6	87	765,10	+ 6,9	79	762,48	+ 6,5	79	763,33	+ 4,9	81	+ 7,1	+ 4,6	Couvert, brouillard.	N. O.
30	765,20	+ 5,0	90	765,42	+ 6,5	80	765,65	+ 7,8	53	767,04	+ 4,5	59	+ 8,0	+ 4,0	Nuageux, brouillard.	N.
31	768,40	+ 0,8	93	768,22	+ 4,8	68	767,32	+ 6,0	53	767,90	— 0,8	92	+ 6,0	— 1,1	Beau, léger brouill.	E. N. E.
1	754,56	+ 1,6	83	754,26	+ 3,9	77	754,02	+ 3,5	76	754,56	+ 2,4	81	+ 3,9	+ 0,7	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	765,78	+ 4,8	82	765,69	+ 6,5	76	765,60	+ 6,7	69	766,11	+ 4,6	84	+ 7,1	+ 3,4	Moyenn. du 11 au 20.	Terrasse, 1,498
3	764,76	+ 4,9	86	764,51	+ 6,9	77	763,92	+ 7,0	71	764,57	+ 4,6	82	+ 7,4	+ 3,6	Moyenn. du 21 au 31.	Cour, 1,975
	761,80	+ 3,8	84	761,58	+ 5,8	77	761,27	+ 5,8	72	761,83	+ 3,9	83	+ 6,2	+ 2,6	Moyennes du mois, +4°,4.	

COMPTE *des dépenses faites à l'hôpital Saint-Louis, pendant l'année 1821, pour l'éclairage par le gaz hydrogène, suivi d'observations sur ce genre d'éclairage.*

LA consommation du charbon a été de 3120 hectolitres 50 litres .... au prix de 4 fr. 67 c., et de 4 f. 20 c.

Savoir :	charbon pour la distillation, St.-Etienne...	1,999 h. 75	à 4 f. 67 c.	9,338 f. 83 c.
	charbon pour chauffage, Creuzot.....	1,120 h. 75	à 4 f. 20 c.	4,707 15
		3,120 h. 50		14,045 f. 98 c.

Les 1,999 h. 75 distillés dans les cornues ont produit :

1°. Gaz hydrog., 716,670 pieds cubes;

2°. Coke, 2,920 hect. à 3 f. 43 c. l'hect. 10,019 f. 25 c.

3°. Goudron

- en nature, 8,128 hecto., dont 7,204 k. 59, à 25 c., ci 1,801 15
  - (total) 11,820 40
- huile essentielle, 74 kilo. ont produit 18 kilo. 50 vendus à 1 f. 20 c. 22 f. 20 c.
- 850 kilo. avec lesquels on a fabriqué 8460 kilo. de mastic à 25 c. 2,115.
- Sur quoi déduire achat de sable et main-d'œuvre. 786.
  - (reste) 1329 f.
- (huile et mastic) 1,351 f. 20 c.
- (total des produits) 13,171.60

Reste pour la dépense résultante de la consommation du charbon......... 874 fr. 38 c.

Reste d'autre part.................		874 f. 58 c.
A quoi ajouter les frais de main-d'œuvre :		
Deux hommes calculés à 2 fr. par jour..................	1,460 f. »	2,260 »
Une cornue...............	400 »	
Réparations des fourneaux.	150 »	
Entretien et réparation des conduits..................	200 »	
Chaux et acide sulfurique...	50 »	
Total de la dépense...............		3,134.38
L'éclairage à l'huile coûtait.............		8,000 »
Différence.............		4,865 f. 62 c.

OBSERVATIONS.

Cette différence de 4865 fr. 62 c. représente et au-delà, comme nous l'avons dit en rendant le compte de 1820 (1), l'intérêt à 10 p. 0/0 de 40,000 fr., somme avec laquelle on pourrait établir un appareil d'éclairage qui suffirait au service de l'hôpital Saint-Louis. En prélevant 4,000 fr. pour ces intérêts, il resterait encore un bénéfice net de 865 fr. 62 c.; mais, il faut le répéter, le plus beau bénéfice résulte de ce que l'hôpital était autrefois éclairé avec 127 becs à l'huile et à mèche plate, tandis qu'il l'est aujourd'hui avec 320 becs au gaz, sans contredit d'une force supérieure.

Paris, le 28 janvier 1822.

L'Administrateur des hôpitaux et hospices civils de Paris, chevalier de l'Ordre royal de la Légion d'honneur,

PÉLIGOT.

(1) Voyez *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. xv, p. 402.

NOTES *ajoutées par M.* d'Arcet *au compte qui précède.*

La Commission chargée de la construction des appareils d'éclairage de l'hôpital Saint-Louis se trouve encore dans la même position qu'en janvier 1821. l'Administration n'a point pris de parti pour utiliser les $\frac{3}{4}$ des constructions faites, et pour éclairer au gaz les établissemens publics de Saint-Lazare, des Incurables hommes et de la Maison royale de Santé qui se trouvent dans le voisinage. Les appareils n'ont encore servi, cette année, qu'à l'éclairage de l'hôpital Saint-Louis. Espérons cependant que le compte de 1821, que publie aujourd'hui M. Péligot, finira d'éclaircir la question, et de détruire l'hésitation qu'avait dû produire le mauvais succès des premières entreprises, et le Mémoire publié, en 1819, par M. Clément, contre le nouveau système d'éclairage. Nous regarderons comme exactes les données fournies par ce compte, et nous y ajouterons quelques notes qui pourront en rendre les résultats plus frappans.

M. Péligot a porté en dépense 4000 fr. pour les intérêts à 10 pour $\frac{0}{0}$ de la mise de fonds qu'il faudrait faire pour la construction d'un appareil simplement destiné à l'éclairage de l'hôpital Saint-Louis. Cet article est certainement exagéré. En effet, plusieurs entrepreneurs ont offert de construire dans les autres hôpitaux des appareils semblables à plus bas prix. En 1821, on n'a usé à l'hôpital Saint-Louis que 716,670 pieds cubes de gaz, qui ne représentent, à 3 pieds cubes par heure et par bec d'Argand, que 238,890 becs, brûlant pendant une heure,

ou 109 becs d'Argand brûlant, chaque jour de l'année, pendant six heures : or, le Prospectus publié par M. Gengembre indique qu'un appareil d'éclairage destiné à fournir cette quantité de lumière ne coûterait au plus que 11,000 fr., et il est bien certain qu'on ne dépenserait pas 29,000 fr. pour établir les parties de l'appareil que le devis laisse à la charge du propriétaire. Nous ajouterons que la plus grande partie de l'appareil doit durer bien plus de vingt ans, et que la localité de l'hôpital Saint-Louis est une des plus défavorables pour l'éclairage au gaz, puisque l'éclairage y dure dix heures par jour, terme moyen, et qu'ainsi 320 becs, équivalant seulement à 65 becs d'Argand, se trouvent répartis dans un espace immense ; ce qui nécessite une dépense considérable en tuyaux de conduite; inconvénient qui n'aurait pas lieu dans toute autre localité : d'où il suit qu'en comptant 40,000 fr. pour la mise de fonds de l'appareil de Saint-Louis, M. Péligot a plutôt exagéré la dépense qu'il ne l'a diminuée, et qu'en suivant cette donnée, y eût-il perte dans l'éclairage au gaz de l'hôpital Saint-Louis, il ne s'ensuivrait pas que dans de meilleures localités il ne pût y avoir bénéfice, même en n'y établissant qu'un appareil aussi petit.

On voit, dans le compte, qu'il y a eu une cornue usée en 1821 ; mais en 1820 on en avait porté une en dépense, quoiqu'il n'y en eût pas eu de mise au rebut dans le courant de cette année. Le bénéfice des deux années devrait donc être augmenté au moins de 400 fr. : nous disons *au moins*, car M. Péligot a porté en dépense les cornues pour le prix d'achat, tandis qu'il aurait fallu déduire de ce prix la somme de 50 francs, que peut rapporter

la vente d'une cornue mise hors de service; ce qui aurait augmenté d'autant le bénéfice des deux années passées. Nous terminerons cet article en faisant observer que M. Clément dit, page 19 de son Mémoire, qu'un éclairage de 100 becs d'Argand brûlant, chaque jour, pendant quatre heures $\frac{1}{2}$, ou, ce qui revient au même, de 45 becs d'Argand, brûlant journellement pendant dix heures, doit entraîner la destruction de quatre cornues par an; ce qui ferait vingt-six cornues que l'on aurait dû user à l'hôpital Saint-Louis, depuis quatre ans et demi qu'un éclairage de 65 becs d'Argand, brûlant pendant dix heures chaque jour, y est en activité : il est cependant de fait que deux cornues seulement ont été mises hors de service depuis l'origine de l'établissement; que ce sera tout au plus si deux autres cornues sont mises au rebut en 1822; que ces premières cornues ont eu à supporter toutes les causes de destruction qu'a dû entraîner l'apprentissage des ouvriers chauffeurs, et la longue série d'essais de tout genre qui ont été tentés dans les trois premières années; et enfin, que l'on regarde comme constant qu'en suivant les procédés établis à l'hôpital Saint-Louis, on peut espérer de prolonger la durée d'une cornue jusqu'à trois ou même quatre années d'activité suivie.

En examinant le compte sous d'autres rapports, on voit qu'en 1821 on a brûlé à l'hôpital Saint-Louis 56,04 de charbon de terre pour en distiller 100. Mais on sait que, dans un appareil en grand, on peut obtenir un résultat bien plus avantageux. Aux usines royales d'éclairage, par exemple, le charbon brûlé dans le foyer est au charbon distillé dans la cornue

comme 30 : 100. Si, dans l'état actuel des choses, on ne peut pas arriver, à l'hôpital Saint-Louis, à un résultat aussi bon, cela tient à ce que l'éclairage ne s'y compose que de 65 becs d'Argand, brûlant chaque jour pendant dix heures, et qu'on est obligé, pour un aussi petit appareil, de ne placer qu'une cornue par fourneau; ce qui entraîne une grande perte de combustible. Cet inconvénient n'aurait pas eu lieu si on avait utilisé de suite les premiers appareils de Saint-Louis, qui devaient fournir à l'éclairage de 1500 becs. On peut donc, sous ce rapport, bien facilement augmenter les bénéfices de l'affaire.

On voit aussi, en étudiant ce compte, que 1 kilog. de charbon de terre n'a donné, en 1821, que 4$^{\text{pieds cubes}}$,48 de gaz; tandis qu'en choisissant bien le charbon, on en pourrait obtenir jusqu'à 6 pieds cubes par kilog. Sous ce rapport, l'amélioration des procédés est facile, et doit encore augmenter le produit de l'établissement. Il en est de même pour le coke : en 1821, 1 hectolitre de charbon n'a donné que 1^{hectolitre},46 de coke : l'on sait cependant que la France fournit des charbons qui gonflent davantage pendant leur distillation. Nous en avons vu qui augmentaient de 75 pour 100; d'autres qui allaient même jusqu'à doubler de volume. Le coke se vendant à l'hectolitre, on conçoit combien le choix d'un tel charbon est important, et combien cette partie de l'Administration bien conduite peut augmenter les bénéfices (1).

(1) Le coke se vendant à la mesure, on aura pendant longtemps de l'avantage à employer pour le préparer le charbon

Parlons maintenant de l'intensité de l'éclairage actuel de l'hôpital Saint-Louis, et comparons-le, sous ce rapport, avec l'éclairage à l'huile qui y existait autrefois.

On a brûlé, en 1821, 716,670 pieds cubes de gaz;

---

de terre qui se gonfle le plus à la distillation. Il y aura au moins avantage à prendre ce parti jusqu'à ce que le consommateur de coke ait appris à estimer et à payer le coke compacte et lourd plus cher que le coke spongieux et léger que l'on préfère maintenant.

C'est ici l'occasion de répondre à une des objections les plus fortes qui ait été faite pour repousser l'éclairage au gaz. Les renseignemens qui suivent tendent à ce but, en donnant les moyens de mieux étudier la question.

Le coke est un combustible nouvellement introduit dans les ateliers de Paris; il y est déjà si recherché que plusieurs fabricans en préparent avec bénéfice en distillant du charbon de terre dans des fours, et même dans des chaudières et des cornues de fonte, sans recueillir le gaz et les autres produits de la distillation. La voie de coke, qui se vend ordinairement de 50 à 55 fr., a été dernièrement vendue jusqu'à 68 fr. sans qu'il en soit resté en magasin par suite de cette augmentation de prix; et des fondeurs qui emploient ce combustible disent qu'ils font, avec une dépense de 14 fr., ce qu'ils ne pouvaient faire autrefois qu'en brûlant pour 36 fr. de charbon de bois.

On voit donc que s'il est vrai d'avancer que le succès des usines d'éclairage par le gaz dépend surtout de la vente du coke à bon prix, il est aussi exact de dire que jusqu'ici le prix du coke a été très-favorable à ces établissemens et aux consommateurs. S'il est probable que la concurrence entre les usines d'éclairage fera baisser le prix du coke, il l'est encore

ce qui représente 65 becs d'Argand brûlant pendant dix heures chaque jour. Ces 65 becs d'Argand sont divisés en 320 becs au gaz, de forme et de force différente, et

---

plus que la concurrence entre les fondeurs et les différens métiers où s'emploie le charbon de bois nécessitera l'emploi d'une grande quantité de coke et en soutiendra le prix.

Le coke sera employé dans beauoup de circonstances où l'on voudra avoir à bas pris du feu sans fumée, comme dans les ménages, dans les fabriques situées au centre des villes, etc., etc. Déjà l'autorité en ordonne l'emploi dans les circonstances où des plaintes graves sont portées contre des ateliers dans lesquels les fourneaux ne peuvent pas être rendus fumivores. Ajoutons que la concurrence des usines d'éclairage doit faire tomber les fabriques où l'on prépare le coke sans tirer parti du gaz, qu'alors l'approvisionnement de Paris en coke sera fait par ces usines, et que le prix de ce combustible fourni exclusivement par des manufactures semblables sera toujours réglé par la force des choses, de manière à assurer un bénéfice raisonnable aux producteurs. Rien d'ailleurs n'a encore été fait pour populariser l'emploi du coke, et cependant tout ce qu'on prépare de ce combustible à Paris est vendu, et souvent même retenu d'avance; la publication d'une instruction simple et bien rédigée, quelques essais faits en public pour démontrer l'avantage de l'application de ce combustible aux différens arts et métiers en augmenteraient sans doute beaucoup la consommation. Nous pensons donc, d'après toutes ces considérations, que l'avenir ne présente pas sous ce rapport des chances plus défavorables aux nouvelles usines d'éclairage à Paris, que celles que l'on rencontre dans presque toutes les spéculations qui ont la fabrication pour base.

qui composent un système complet d'éclairage pour l'hôpital Saint-Louis.

Autrefois l'Administration payait à un entrepreneur 8,000 francs par an pour l'entretien de 127 becs de réverbère à mèche plate pendant dix heures, terme moyen par jour. Les 127 becs de réverbère n'équivalaient, à raison de 4 pour 1, qu'à 32 becs d'Argand, brûlant par jour pendant le même nombre d'heures; d'où il suit que le nouvel éclairage est au moins double de l'ancien en intensité, et qu'il serait exact de dire qu'en suivant le système ancien il faudrait dépenser au moins 16,000 fr. pour éclairer l'hôpital Saint-Louis, comme il l'est aujourd'hui avec une dépense qui s'élève au plus à la somme de 7,135 francs. Mais le résultat obtenu à Saint-Louis paraît être encore plus avantageux : les anciens becs qu'il avait fallu doubler, tripler et quadrupler dans quelques réverbères des cours étaient en trop petit nombre pour éclairer les vastes salles, les passages et les escaliers de l'hôpital. L'entrepreneur chargé de l'entretien des lampes avait intérêt à fournir de mauvaise huile, à favoriser l'extinction des becs et la diminution de leur flamme; et d'un consentement unanime dans l'hôpital, on dit que l'éclairage actuel, formé de 320 becs bien distribués, et brûlant sans interruption pendant toute la nuit, est au moins triple de l'ancien; ce qui porterait le bénéfice annuel à la somme d'environ 16,865 francs, et cela pour l'exploitation d'un aussi faible appareil que celui de l'hôpital Saint-Louis. Mais ne comptons que sur les premiers résultats fournis par des calculs positifs; déduisons-en, si l'on veut, le quart pour augmenter la main-d'œuvre et

les frais généraux, qui nous paraissent être portés un peu trop bas dans une aussi petite affaire; il restera toujours prouvé, même en ne faisant pas entrer en ligne de compte les améliorations faciles à réaliser, que le résultat obtenu à l'hôpital Saint-Louis est fort avantageux. Le but que s'est proposé M. le comte de Chabrol, préfet du département de la Seine, en faisant construire les appareils de l'hôpital Saint-Louis, est donc atteint, et il paraît maintenant bien prouvé qu'à Paris le nouvel éclairage est plus économique que l'ancien, et que cette ville peut, comme les villes de l'Angleterre, de la Russie, de l'Allemagne, etc., jouir des avantages qu'il doit procurer.

Nous terminerons par cette réflexion, que l'on trouve ici un exemple frappant du bien que peut faire l'Administration en aidant une branche d'industrie naissante. En effet, sans les sacrifices faits par l'Administration de la ville de Paris pour la construction des appareils de l'hôpital Saint-Louis, l'art nouveau de l'éclairage au gaz, fortement attaqué dans l'opinion publique, aurait été sans doute regardé comme ruineux, et serait resté long-temps discrédité et sans application dans notre pays.

Notice *sur les Eaux minérales et thermales de Saint-Nectaire, département du Puy-de-Dôme.*

Par Mr P. Berthier, Ingénieur des Mines.

Les eaux minérales de Saint-Nectaire étaient certainement connues des anciens, car on a trouvé près des

sources un pavé et un bassin qui sont évidemment des restes de constructions romaines appropriées à l'usage des bains. Depuis l'invasion des Barbares, ces eaux étaient tout-à-fait tombées dans l'oubli, et la source principale s'était même perdue; mais cette source ayant été retrouvée en 1812, en faisant des fouilles auprès d'une autre source plus petite, beaucoup de personnes des pays environnans vinrent s'y baigner, et elle attira l'attention du Conseil-général du Département sur Saint-Nectaire : une Commission fut chargée de se transporter sur les lieux, et d'examiner le mérite et l'importance des eaux. Cette Commission, composée de M. le docteur Bertrand et de MM. Montlozier, Penisat et Levoil, fit une analyse approximative de ces eaux; elle indiqua l'usage que l'on pourrait en faire pour le traitement des malades, et elle en rendit un compte très-avantageux. Sur son rapport, le Gouvernement se décida à nommer un médecin-inspecteur, et il fixa son choix sur M. le docteur Marcon.

Dès qu'il fut installé, M. le docteur Marcon, jaloux de remplir ses fonctions avec honneur et avec distinction, se livra à une étude approfondie des propriétés des eaux dont il venait d'être chargé de diriger l'emploi. Il desira en connaître la composition exacte, et pour cela il eut recours à plusieurs personnes, entre autres à M. Boulay et à moi. J'en ai fait une analyse complète à la fin de 1820, et j'ai répété depuis cette analyse sur de l'eau provenant de quatre sources différentes. Je vais faire connaître les résultats que j'ai obtenus, et j'y joindrai l'analyse de différens dépôts que forment les eaux; mais auparavant je donnerai quelques détails sur le gisement des sources et sur le pays au milieu duquel

elles se trouvent : j'ai eu l'avantage de visiter ce pays, il y a deux mois, avec M. Marcon, qui a eu la complaisance de me faire voir tout ce qu'il renferme d'intéressant.

Saint-Nectaire est un grand village bâti sur un rocher, au fond d'une gorge aride, creusée sur la rive gauche de la Couze, dans la partie méridionale du grand plateau granitique qui borde toute la Limagne à l'ouest. Cette gorge se trouve presque au pied de l'énorme masse volcanique du mont Dore. En descendant ces montagnes, c'est la première dans laquelle on voie le sol primitif à découvert. Les hauteurs qui l'environnent sont, de toutes parts, recouvertes par les lambeaux des coulées basaltiques qui se sont étendues jusqu'à une très-grande distance vers l'est.

La maison des Bains est située à 2 kilomètres au-dessous du village, presque à l'embouchure de la vallée : elle est à 20 kilomètres au sud de Clermont, 20 kilomètres à l'est d'Issoire, et 16 kilomètres à l'ouest des bains du mont Dore. Il faut quatre heures pour s'y rendre de chacun de ces lieux. On ne pouvait y parvenir autrefois que par des chemins affreux et impraticables aux voitures ; mais aujourd'hui on y arrive d'Issoire par une grande route que le Gouvernement a fait ouvrir pour établir une communication entre cette ville et le mont Dore. Cette route n'est pas encore entièrement tracée du côté du mont Dore ; mais elle le sera bientôt, et l'on assure qu'elle sera entièrement terminée, au plus tard, dans deux ans. Saint-Nectaire communiquera alors avec tous les pays que traverse la route de Clermont à Aurillac, aussi facilement qu'il communique déjà avec la Limagne par Issoire.

Les bains de Saint-Nectaire sont renfermés dans une espèce de cabaret qui, jusqu'ici, a été la seule maison où les malades pussent se loger; mais depuis que le Gouvernement a nommé un médecin-inspecteur, et qu'il a manifesté l'intention d'améliorer les eaux, plusieurs particuliers se sont mis à construire des auberges où l'on pourra trouver à se loger commodément dès l'année prochaine.

Le site des bains de Saint-Nectaire est en lui-même sauvage et triste; mais tout ce qui l'entoure est agréable ou propre à exciter la curiosité.

A quelques minutes de marche, en descendant la gorge, s'ouvre, transversalement à celle-ci, un beau bassin très-fertile, entouré de rochers pittoresques, et qui a près d'une lieue de longueur : il est arrosé par un joli ruisseau bordé de prairies, et il offre par-tout des ombrages très-agréables.

A l'est, ce bassin est encombré par des masses de laves qui ont été vomies par le volcan de Chambon, et à travers lesquelles le ruisseau s'est frayé un passage : on remarque parmi ces masses une aiguille très-haute et aujourd'hui inaccessible de tous côtés, au sommet de laquelle on aperçoit les ruines d'une tour fort ancienne.

A l'ouest, auprès de Saillens; le ruisseau forme une cascade qui est connue des naturalistes sous le nom de *Sault-de-Sailhens* : elle offre une belle nappe d'eau qui tombe, sans se diviser, du haut d'un escarpement basaltique.

Un peu plus bas, auprès de Verrières, le bassin se resserre tout-à-coup : on ne peut en sortir qu'en suivant, sur une longueur de plus d'une lieue, une gorge pro-

fonde, bordée de rochers coupés à pic. On a taillé, le long de ces rochers, un chemin de mules dans lequel le voyageur ne s'engage pas sans éprouver quelqu'émotion. Les parois de la gorge sont granitiques ; les hauteurs sont couronnées de vieilles laves ; le fond est occupé par des laves plus nouvelles qui sont sorties du grand volcan de Chambon, et qui, après avoir couvert le bassin de Sailhens, ont pénétré dans la gorge, l'ont parcourue dans toute sa longueur, et se sont portées presque jusqu'à Champeix.

A peine est-on sorti de la gorge de Verrières, qu'on entre dans un pays bien cultivé ; plus on avance, plus il devient agréable : à Montaigu-*le-Blanc* (1), le vallon s'est déjà beaucoup élargi ; on commence à voir des vignes. A Champeix, on découvre tout-à-coup un horizon immense, et l'on a sous les yeux une des plus magnifiques contrées du monde : c'est la riche Limagne avec ses beaux champs de froment, ses vallons remplis de vergers et de forêts de noyers, ses coteaux couverts de vignobles, ses grands villages qu'on prendrait pour des villes, et qu'on aperçoit de tous côtés sur les hauteurs où ils ont été obligés de se placer, dans les temps de la féodalité, pour être en état de se défendre contre les habitans des montagnes, alors toujours disposés à venir, sous la conduite de leurs seigneurs, piller leurs opulens voisins (2). On peut, en

---

(1) Ainsi nommé parce qu'il est entouré de calcaire blanc, le premier qu'on aperçoive en descendant des montagnes.

(2) La Limagne a été autrefois entièrement remplie par des calcaires et des marnes qui ont été déposées en bancs horizontaux, par les eaux douces d'un grand lac ; des laves sont

moins de deux heures, se rendre des bains de Saint-Nectaire à Champeix, pour jouir du coup-d'œil de ce superbe pays.

L'église de Saint-Nectaire mérite d'être visitée : elle est d'un style gothique très-élégant : elle a été bâtie par des bénédictins. Tout à côté se trouve un château en ruine qui offre des restes très-remarquables.

Tous les voyageurs qui parcourent la contrée vont voir le château gothique de Murol. Il est très-grand et bien conservé : c'est un des plus curieux de l'Auvergne. Il est situé sur le sommet d'un pic isolé et couronné par un épais lambeau basaltique : ce devait être dans le temps une très-belle habitation seigneuriale : aujourd'hui le propriétaire s'y trouve fort mal logé.

Auprès du village de Chambon, un volcan qui s'est ouvert autrefois au milieu de la vallée a barré le lit du torrent, et a formé un lac qui existe encore. L'immense coulée que ce volcan a vomie est couverte, sur une grande étendue, du côté de Murol, de monticules de scories qui ressemblent à de petits cratères. Ces monticules sont très-remarquables. Les géologues croient qu'ils ont été produits par des vapeurs souterraines qui ont soulevé et

---

venues ensuite s'étendre sur le terrain ainsi nivelé : plus tard ce terrain a été creusé et sillonné en divers sens. Aujourd'hui le calcaire est à nu dans les vallons et sur les coteaux ; mais sur les plateaux élevés il est presque par-tout recouvert par des lambeaux de coulées basaltiques. C'est au mélange du calcaire avec les débris des matières volcaniques que le sol doit sa grande fécondité.

fait bouillonner la lave pendant qu'elle était encore liquide.

En étendant un peu plus leurs excursions, les personnes qui séjourneraient aux bains de Saint-Nectaire pourraient très-aisément aller visiter, 1° les lacs Pavin, Estivadou, et tous les autres lacs qui se trouvent auprès de la petite ville de Besse; 2° la vallée de Chauffour, qui remonte jusqu'au Puy-de-Sancy, le plus élevé de tout le pays; 3° enfin, les bains du mont Dore : lorsque la grande route sera terminée, il sera facile de faire ce dernier voyage, et de revenir en un jour sans se fatiguer.

Depuis le village de Saint-Nectaire jusqu'à la maison des Bains, sur une longueur de plus de 2000 mètres, on remarque de part et d'autre du vallon, à différens niveaux, un grand nombre de sources minérales; on en voit aussi çà et là au milieu des prairies et jusque dans le lit du ruisseau. Les eaux minérales suintent de tous côtés dans l'espace que j'ai indiqué. Elles s'élèvent en bouillonnant à travers les fissures d'un gneiss jaunâtre en décomposition; elles sont chaudes, mais à des degrés différens; elles sont limpides près de leur source, mais elles couvrent le sol sur lequel elles coulent d'incrustations calcaires qui s'accumulent avec le temps, et forment en différens endroits des rochers considérables. Dans les journées chaudes et sèches de l'été, elles garnissent les herbes, dont elles mouillent le pied d'efflorescences blanches qui sont très-fortement alcalines. Pour peu que ces eaux aient eu quelque temps le contact de l'air, elles se remplissent de fucus qui paraissent y croître avec une grande rapidité; elles entraînent ces fucus jusque dans le ruis-

ieau qui en est tout rempli (1). On voit aussi dans les sources mêmes des petits animaux qui sont doués d'une grande agilité.

Parmi les sources minérales de Saint-Nectaire il y en a un grand nombre qui sont trop peu abondantes pour qu'on en fasse mention : on n'en compte que six qui méritent de fixer l'attention ; ce sont :

1°. La *Grande-Source* ou le *Gros-Bouillon*. Elle a été découverte en 1812, en creusant une cave dans la maison du sieur Maudon. Mais il paraît qu'elle avait

---

(1) On observe la même production de fucus dans la plupart des eaux minérales; ils se développent, par exemple, avec une si grande abondance dans le bassin de la source de l'hôpital, à Vichy, que si l'on ne vidait pas ce bassin tous les huit jours, il en serait bientôt encombré. La vie de ces fucus est très-courte : ils se transforment, après leur mort, en une matière extractive qui, au bout d'un certain temps, communique à l'eau une odeur et une saveur fort désagréables, analogues à la fois à celles des herbages fanés et à celles des écrevisses pourries. Il paraît que lorsque l'eau contient une certaine proportion de la matière extractive, elle acquiert des propriétés médicinales qu'elle n'a pas lorsqu'elle est pure, et que cette matière joue, dans la guérison de certaines maladies, un rôle auquel on n'a pas eu assez égard jusqu'à présent. Je regarde comme certain que la matière végéto-animale, dont l'existence dans les eaux minérales a été signalée par beaucoup de chimistes, provient uniquement de la décomposition des fucus. Effectivement je n'en ai jamais aperçu la moindre trace dans les eaux prises au bouillon des sources, et qui n'avaient été gardées que peu de temps en bouteille.

déjà coulé autrefois dans le même lieu, et qu'elle s'était obstruée elle-même, en empâtant de calcaire des déblais qui s'étaient détachés du flanc de la montagne. Elle bouillonne très-fortement. Sa température est de 32° de Réaumur. Elle produit 43 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures, ou 15,700 par année. Elle est entourée d'un bassin long de 23 décimètres, large de 20, et profond de 8. C'est dans ce bassin, creusé dans l'empâtement calcaire, que les malades se baignent pêle-mêle, et c'est à cela que se réduit actuellement l'établissement thermal.

2°. La *Vieille-Source*. Elle est à dix pas de la précédente, dans la même maison. Elle est au centre d'un petit bassin qui paraît être de construction fort ancienne. Sa température est de 29°. Elle produit 14$^{m.c.}$,3 d'eau par vingt-quatre heures, ou 5,230 par année.

3°. La *Source de la Voûte*. Elle est située à peu de distance et un peu au-dessus de la Vieille-Source. Elle appartient au sieur Aurine. Elle est couverte par un petit bâtiment voûté ouvert à tout le monde. Sa température n'est que de 19°, et elle ne produit que 7$^{m.c.}$,15 d'eau par vingt-quatre heures, ou 2,615 par année.

4°. La *Source du Chemin*. Elle a été découverte par les soins de M. Marcon lorsqu'on a ouvert la grande route du mont Dore. Elle est à quelques centaines de mètres de la Grande-Source. Sa température est de 19°, et elle produit 22$^{m.c.}$30 d'eau par vingt-quatre heures, ou 8,140 par année.

5°. La *Source de la Côte*. Cette source est située à mi-côte, au milieu d'un pré, à-peu-près à moitié chemin de la maison des Bains, au village de Saint-Nectaire,

sur la rive droite du ruisseau. Elle marque 27° au thermomètre de Réaumur, et elle fournit 50$^{m.c.}$,4 d'eau en vingt-quatre heures, ou 18,400 par année.

6°. Enfin, la *Source-du-Village*. Elle gît au bas du chemin qui monte à Saint-Nectaire, un peu au-dessus du ruisseau. Elle est à peine tiède et fort peu abondante. On ne l'a pas jaugée.

En récapitulant, on voit que les cinq sources principales fournissent ensemble 237 m. c. d'eau par vingt-quatre heures, ou 50,000 par année. Cette quantité, quelque considérable qu'elle soit, suffira à peine à la consommation d'un grand établissement thermal, parce que l'on ne pourra que rarement faire usage des eaux qui sont les moins chaudes. Si le Gouvernement se décide à faire des constructions à Saint-Nectaire, il sera donc indispensable qu'il se rende acquéreur de toutes les sources; il lui sera d'ailleurs facile de recueillir un plus grand volume d'eau en creusant des rigoles le long des coteaux; il pourra même découvrir de nouvelles sources en creusant quelques puits dans les parties du vallon où les suintemens sont les plus abondans. Il est probable aussi que des travaux bien entendus, exécutés autour des sources, en élèveraient sensiblement la température.

J'ai analysé les eaux de la Grande-Source, de la Vieille-Source, de la Source-du-Chemin et de la Source de la Côte; j'ai obtenu pour chacune le même résultat. Il y a tout lieu de croire qu'il en aurait été de même pour l'eau des autres sources. On doit en conclure que toutes ces sources proviennent d'un réservoir commun.

L'eau minérale de Saint-Nectaire a une saveur salée, mêlée d'un petit goût alcalin qui n'a rien de désagréable.

Elle est fortement acidulée par le gaz acide carbonique dont elle est sur-saturée, aussi rougit-elle très-sensiblement le papier bleu ; elle ne renferme pas la plus petite trace de gaz hydrogène sulfuré. Lorsqu'on la fait chauffer, elle pétille aussitôt comme le vin de Champagne, puis elle se trouble et elle devient légèrement alcaline.

J'en ai fait évaporer 2500 grammes : lorsqu'elle a été réduite au cinquième de son volume, j'ai filtré, et j'ai calciné le dépôt terreux qui est resté sur le filtre ; il a pesé $1^{g},175$, ce qui équivaut à 0,00047 du poids de l'eau : j'ai évaporé ensuite jusqu'à siccité l'eau filtrée, et j'ai calciné le résidu alcalin au rouge sombre : ce résidu était parfaitement blanc, et il a pesé $11^{g},50$ au moins ; ce qui équivaut à 0,0046 du poids de l'eau.

J'ai analysé séparément ces deux matières par les moyens que j'ai déjà décrits plusieurs fois.

Pour doser l'acide carbonique, j'ai mêlé un litre d'eau minérale avec un excès d'eau de chaux, j'ai pesé le précipité bien sec, et j'en ai retranché le poids du carbonate de chaux, de la magnésie et de l'oxide de fer que la chaux avait précipités en même temps que l'acide carbonique, etc.

D'après mes expériences, l'eau est composée comme il suit :

	Sels sans eau.		Sels cristallisés.	
Acide carbonique libre,	0,000736		0,000736	
Carbonate de soude neutre,	0,002833	0,005409	0,003150	0,005920
Muriate de soude,	0,002420		0,002420	
Sulfate de soude,	0,000156		0,000350	
Carbonate de chaux,	0,000440	0,000794	0,000440	0,000794
Carbonate de magnésie,	0,000240		0,000240	
Silice,	0,000100		0,000100	
Oxide de fer,	0,000014		0,000014	
	0,006203		0,006714.	

Ou si l'on suppose la soude à l'état de sous-carbonate :

	Sels sans eau.		Sels cristallisés.	
Acide carbonique libre,	0,001545		0,001545	
Sous-carbonate de soude,	0,002024	0,004600	0,005419	0,008189
Muriate de soude,	0,002420		0,002420	
Sulfate de soude,	0,000156		0,000350	
Carbonate de chaux, etc.	0,000794		0,000794	
	0,005394		0,008983	

Les sels alcalins qu'on pourrait en extraire contiendraient :

	Sels sans eau.	Sels cristallisés.
Sous-carbonate de soude,	0,440	0,660
Muriate de soude,	0,526	0,298
Sulfate de soude,	0,034	0,042
	1,000	1,000.

Il y a peu d'eaux minérales aussi riches en sels alcalins que les eaux de Saint-Nectaire. Il est probable, d'après cela, qu'elles agissent avec une grande énergie sur l'économie animale ; mais leurs propriétés médicinales n'ont pas encore été convenablement étudiées : il est réservé à M. le docteur Marcon de les faire connaître.

Quoique les eaux de Saint-Nectaire contiennent une proportion considérable de matières salines, elles n'en contiennent cependant pas plus que les eaux de Vichy, et elles sont beaucoup moins alcalines, puisque ces dernières renferment 0,0038 de sous-carbonate de soude anhydre (1), tandis qu'il n'y en a que 0,0020 dans celles de Saint-Nectaire : il y aurait donc infiniment moins d'avantage à

(1) Voyez *Annales des Mines*, t. v, p. 410.

exploiter les eaux de Saint-Nectaire pour en extraire la soude, que les eaux de Vichy.

J'ai dit que les eaux de Saint-Nectaire déposent des concrétions calcaires sur le sol, et que, dans les temps chauds et secs, elles couvrent les brins d'herbes d'efflorescences alcalines. J'ai examiné ces concrétions et ces efflorescences.

L'aspect des concrétions varie. Celles qui se forment près des sources ont une couleur ocracée qu'elles doivent à l'oxide de fer que l'eau dépose dès qu'elle a le contact de l'air. Les autres sont grisâtres ou blanches; elles sont composées de couches concentriques contournées, et elles affectent toutes sortes de formes bizarres : elles ressemblent souvent à des choux-fleurs. Leur cassure est presque toujours cristalline et striée. J'ai trouvé :

	Dans les concrétions ocracées.	Dans les concrétions blanches.
Sable mêlé de silice gélatineuse,	0,14	0,18;
Carbonate de chaux,	0,78	0,78;
Carbonate de magnésie,	0,04	0,04;
Oxide de fer,	0,04	trace.
	1,00	1,00.

Les efflorescences alcalines sont pulvérulentes et d'un blanc de neige : leur saveur est fortement alcaline. Elles se dissolvent promptement dans l'eau et sans laisser de résidu. Pour les analyser, j'en ai dissous 5 grammes dans l'acide acétique; j'ai fait bouillir, puis j'ai ajouté à la dissolution du nitrate de baryte qui n'y a produit aucun précipité, et ensuite du nitrate d'argent qui m'a donné

$0^g,95$ de muriate d'argent, équivalant à $0^g,188$ d'acide muriatique, et à $0^g,4$ de muriate de soude. 5 autres grammes ayant été dissous dans l'acide muriatique pur, il s'est dégagé $1^g,4$ d'acide carbonique, et la dissolution, évaporée à sec, a laissé $4^g,1$ de muriate de soude pur: en retranchant de cette quantité les $0^g,4$ que contenait l'efflorescence, il en reste $3^g.7$ qui proviennent du carbonate de soude : or, ces $3^g,7$ de muriate de soude équivalent à $3^g,29$ de sous-carbonate de soude, qui sont composés de $1^g,97$ de soude et 1,32 d'acide carbonique. L'expérience directe ayant donné 1,4 de cet acide, il en résulte que les efflorescences contiennent la soude à très-peu près à l'état de sous-carbonate. Il résulte aussi des données précédentes que ces efflorescences sont composées de

Sous-carbonate de soude,	0,657;
Muriate de soude,	0,080;
Eau de cristallisation,	0,263.
	1,000.

On voit que cette matière diffère extrêmement de celle qui est tenue en dissolution dans les eaux : c'est du sous-carbonate de soude presque pur.

Il paraît que lorsqu'une eau minérale alcaline reste exposée pendant quelque temps au soleil, elle se décompose en se concentrant : le carbonate neutre qu'elle contenait passe à l'état de sous-carbonate, et celui-ci se sépare des autres sels avec lesquels il se trouve mélangé, par la propriété qu'il a de s'effleurir et de grimper le long de tous les corps. Peut-être la transformation du carbo-

nate neutre en sous-carbonate n'a-t-elle lieu qu'au-dessus d'un certain degré de température.

Ainsi, les eaux minérales alcalines se décomposent rapidement par l'évaporation spontanée, et elles abandonnent successivement une grande partie des principes dont elles sont chargées lorsqu'elles sortent du sein de la terre. Aussitôt qu'elles ont le contact de l'air, elles laissent dégager de l'acide carbonique : le fer, qui paraît être, dans l'eau, à l'état de carbonate de protoxide, absorbe de l'oxigène et se dépose presque immédiatement à l'état d'hydrate de peroxide : la silice se dépose un peu plus tard (1). Vient ensuite le carbonate de chaux, puis après le carbonate de magnésie : ces deux sels étaient tenus en dissolution par l'acide carbonique, ou plutôt ils formaient avec une dose additionnelle de cet acide des bi-carbonates qui se décomposent très promptement à l'air, surtout le premier. Le dégagement d'acide carbonique continuant toujours, le carbonate neutre de soude devient de plus en plus alcalin, et enfin il se transforme entièrement en sous-carbonate. Après cela, l'eau minérale n'éprouve plus aucune altération, à moins qu'elle ne se trouve en contact avec des corps qui présentent une grande surface, et exposée à une évaporation active : alors le sous-carbonate de soude grimpe le long de ces corps, et l'eau se trouve à la fin contenir une grande proportion de muriate et de sulfate de soude.

---

(1) On ne sait pas quel est l'agent chimique qui tient la silice en dissolution dans les eaux minérales.

Des *Sous-Nitrates et Nitrates acides.*

Par Mr Ph. Grouvelle.

M. Berzelius a donné l'analyse des sous-nitrates de plomb et de cuivre, dans son *Essai sur la théorie des proportions définies*; il en résulte que, dans les nitrates examinés, l'oxigène de l'acide nitrique est à l'oxigène de l'oxide comme 5 à 1, 2, 3, 6; mais il ne paraît avoir étudié aucun autre sous-nitrate : c'est ce que je me suis proposé de faire pour les principaux.

Sous-Nitrate de zinc.

On a préparé ce sel de deux manières : en évaporant la dissolution de zinc presque à siccité, et en traitant du nitrate de zinc en excès par une petite quantité d'ammoniaque. Une portion du premier sous-nitrate qui, par la calcination, laissait 5,107 d'oxide, traitée par la potasse à l'alcool jusqu'à ce que la liqueur rougît légèrement le papier de curcuma, filtrée et sur-saturée d'acide hydrochlorique, a donné 1,217 de chlorure de potassium, équivalant à 0g,884 d'acide nitrique. La potasse avait dissous un peu d'oxide de zinc, ce qui augmente la quantité de chlorure.

5,109 d'oxide, 4 atomes; 0g,859 d'acide, 1 atome.

2g,347 du même sous-nitrate, séchés au bain de sable, puis calcinés, ont laissé 1g,948 d'oxide, d'où l'on déduit :

Oxide,	1,948	4 atomes, ou sur cent.	81,69;
Acide,	0,328	1 atome...............	13,75;
Eau,	0,109	2 atomes.............	4,56.
	2,385		100.

2,104 de sous-nitrate précipité par l'ammoniaque, mais qui n'en retenait pas, ont laissé 1,618 d'oxide. Donc :

Oxide,	4 atom.	1,618 ;
Acide,	1 at.	0,272 ;
Eau,	4 at.	0,181.
		2,071.

Une seconde analyse a confirmé ce premier résultat : je ne répondrais pas cependant de la proportion de l'eau, parce que 0g,09 font une différence de 2 atomes, et qu'il semble probable que la quantité d'acide ne variant pas, la quantité d'eau aurait également dû rester la même dans les deux cas.

Sous-Nitrate de fer.

Préparé par une forte évaporation, on l'a desséché dans un tube de verre jusqu'au moment où il commençait à se décomposer. 1g,902 ont laissé 1,543 d'oxide. Le sous-nitrate retenait encore de l'eau. Ainsi,

Tritoxide de fer,	1g,543	4 at. ou $\frac{0}{0}$	81,26 ;
Acide nitrique,	0,267	1 at.	14,06 ;
Eau,	0,088	2 at.	4,68.
	1,898		100.

Le même sel, desséché fortement dans une capsule, a donné le même résultat. La composition du sous-nitrate de fer est donc semblable à celle du sous-nitrate de zinc.

Sous-Nitrate de bismuth.

2g,827 de sel précipité par l'eau, et séché avec précaution sur le feu, puis calciné, ont donné 2g,405 d'oxide.

Le sous-nitrate contenait encore une trace d'eau.

Oxide,	2 at.	2,405;
Acide,	1 at.	0,413.
		2,818.

5g,348 du même sous-nitrate, séchés dans le vide pneumatique avec de l'acide sulfurique, ont laissé 4g,353 d'oxide après calcination.

Oxide,	0,353	2 at. ou ‰	81,37;
Acide,	0,747	1 at.	13,97;
Eau,	0.248	2 at.	4,66.
	5,348		100.

La même expérience répétée, et le sous-nitrate préparé en versant de l'alcali, non en excès, dans le nitrate acide de bismuth, ont donné exactement les mêmes résultats.

Sous-Proto-nitrate de mercure.

1°. Précipité par l'eau. L'oxide noir a été séparé par la potasse en excès, recueilli sur un filtre et pesé.

8,979 ont donné 7,947 d'oxide noir.

Oxide de mercure,	7,947	2 at. ou ‰	88,60;
Acide,	1,022	1 at.	11,40.
	8,969		100.

2°. Précipité par la potasse non en excès. 8,179 ont laissé 7,251 d'oxide; et dans une autre expérience, 6,761 en ont donné 5,972.

Oxide noir,	2 at.	7,251	5,972;
Acide,	1 at.	0,933	0,769.
		8,184	6,741.

Sous-Deuto-nitrate de mercure.

1°. Précipité par l'eau. 4,389 ont donné 3,901 d'oxide rouge.

Oxide,	3,901	2 at. ou ⁒	88,97;
Acide,	0,484	1 at.	11,03.
	4,385		100.

2°. Précipité par l'alcali non en excès. Ce sous-nitrate ne peut être lavé parce que l'eau le décompose sur-le-champ, et totalement; et même le sous-deuto-nitrate précédent est aussi détruit par l'eau bouillante, qui entraîne tout l'acide avec un peu d'oxide. On a donc été obligé de filtrer le sous-deutonitrate séparé par la potasse, de le comprimer entre des papiers, puis de le dessécher dans le vide. Il était alors d'un beau jaune, et ne se décomposait pas à l'air. Deux analyses ont donné plus d'acide qu'il n'en faut pour faire 2 atomes d'oxide et 1 atome d'acide. Mais comme il retenait encore beaucoup de nitrate neutre, il est presque certain que c'est réellement sa composition.

2 at. oxide,	5g,910	quantité d'oxide obtenue.
1 at. acide,	0,703.	
	6,413.	

On avait employé 6g,800 de sous-nitrate.

Il suit de ces analyses que, dans les nitrates étudiés jusqu'à ce jour, l'oxigène de l'acide est à l'oxigène de l'oxide, comme 5 à 1, 2, 3, 4, 6 et 8.

Des Nitrates acides.

Connaissant maintenant la composition des sous-nitrates de bismuth et de mercure pour savoir ce qui se passe lorsque les nitrates neutres sont décomposés par l'eau, il faut encore examiner le rapport qu'il y a entre la quantité d'oxide qui se précipite à l'état de sous-nitrate et celle qui reste en dissolution.

10g,142 de nitrate de bismuth cristallisé, desséchés au feu, pour chasser autant que possible l'excès d'acide, ont été traités par une grande quantité d'eau. On a obtenu ainsi :

5,493 de sous-nitrate, retenant encore un peu d'humidité, outre l'eau de combinaison;

10,142 de nitrate neutre contiennent,	oxide, 6,014,	3 at.
5,493 de sous-nitrate,	oxide, 4,471,	2 at.

3 atomes de nitrate neutre ont donc laissé précipiter 2 atomes d'oxide et 1 atome d'acide. Il est resté en dissolution 1 atome d'oxide et 5 atomes d'acide.

16,319 de proto-nitrate de mercure bien séché ont donné 2g,491 de sous-nitrate, contenant 2g,226 d'oxide.

Les 16,319 contiennent 12,972 d'oxide; donc 12 atomes de nitrate neutre ont donné 1 atome de sous-nitrate : l'eau a retenu 10 atomes d'oxide et 11 atomes d'acide.

17g,950 de deuto-nitrate de mercure, contenant 12g,000 d'oxide, ont donné avec l'eau froide 4g,622 de sous-nitrate, contenant 4g,112 d'oxide.

2 at. d'oxide,	4,112	précipités;
4 at. d'oxide,	8,224	restés en dissolution.
Total,	12,336.	

Il s'est donc déposé 1 atome de sous-nitrate, et dissous 4 atomes d'oxide et 11 d'acide.

On voit que le nitrate acide de bismuth est formé de: oxide, 1 atome; acide, 5 atomes : celui de protoxide de mercure, de : oxide, 10 at.; acide, 11 at. : celui de deutoxide, de : oxide, 4 at.; acide, 11 at., c'est-à-dire, d'une quantité d'acide en excès sur le nitrate neutre, qui n'est nullement en rapport avec celle qui constitue le sel neutre ou le sous-sel; car ils seraient composés tous ainsi qu'il suit :

Nitrate de bismuth.

	Neutre.	Acide.
Oxide,	1 at.	1 at.
Acide,	2	5.

Proto-nitrate de mercure.

Oxide,	1 at.	10 at.
Acide,	1	11.

Deuto-nitrate de mercure.

Oxide,	1 at.	4 at.
Acide,	2	11.

Si l'on observe en outre que l'eau seule, en saturant l'acide nitrique, peut décomposer le sous deuto-nitrate de mercure, il paraîtra évident que ce ne sont pas ici des nitrates acides qui se forment, mais bien une combinaison de nitrate neutre, d'eau et d'acide, où l'acide, agissant en même temps et sur l'eau et sur le nitrate neutre, empêche celui-ci d'être désormais décomposé par une nouvelle quantité d'eau.

Cette opinion se trouve encore appuyée par une observation : c'est que l'acide sulfurique ne rendant que difficilement le deutoxide de mercure soluble quand on décompose par l'eau le sulfate neutre de mercure, il ne reste qu'une petite quantité de métal en dissolution avec une très-grande quantité d'acide. Si l'on n'admettait pas cette explication, quelle serait la composition du proto-nitrate acide de mercure, qui, pour 10 atomes de nitrate neutre, ne prend que 1 atome d'acide en excès ? et celle du sulfate acide de mercure, qui en exige au contraire une quantité énorme ?

De *l'Influence des fruits verts sur l'air avant leur maturité.*

PAR M. THÉODORE DE SAUSSURE.

Lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle le 7 septembre 1821.

(Extrait des *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, t. 1.)

LORSQUE je me suis occupé, dans *mes Recherches sur la Végétation* (1), de l'action des fruits verts sur l'air atmosphérique, j'ai admis qu'ils y produisent les mêmes effets que les feuilles, ou qu'ils y répandent comme elles du gaz oxigène par la décomposition de l'acide car-

(1) Pages 57 et 129.

bonique, avec cette différence, qu'à volume égal, ils en décomposent beaucoup moins. Mes expériences à ce sujet indiquent que les raisins en état de verjus, et les fruits verts de solanum pseudo-capsicum, exposés au soleil, et adhérens à la plante et au sol qui les ont fait croître, ajoutent du gaz oxigène à l'air contenu dans le vase où ils sont renfermés, tandis que les mêmes fruits, dans des circonstances d'ailleurs égales, en détruisent l'oxigène, lorsque le vase dont je viens de parler contient de l'hydrate de chaux. Ce dernier, absorbant l'acide carbonique qu'ils forment et qu'ils reçoivent du sol, retient l'oxigène qu'ils auraient dégagé sans cet intermède.

Dans les expériences que j'ai publiées, le dégagement du gaz oxigène n'a pas eu le même succès lorsque les fruits étaient séparés du végétal qui les portait; ils ont, comme les feuilles, absorbé le gaz oxigène de l'air à l'obscurité, en les remplaçant (au volume du fruit près) par une quantité égale de gaz acide carbonique; mais au soleil, ils n'ont décomposé qu'en partie le gaz acide produit pendant la nuit, tandis que sur la plante ils le décomposaient en totalité. Cette différence partielle et purement accidentelle dépendait évidemment de la déperdition de force végétative que doit éprouver un fruit qui est détaché de sa plante, et qui ne reçoit aucun aliment, et elle ne doit pas porter atteinte aux expériences qui m'ont fait admettre que les fruits verts se comportent dans l'air comme les feuilles. Ces expériences n'offraient d'ailleurs qu'une confirmation du principe qui suppose que la faculté d'émettre du gaz oxigène au soleil est essentielle aux parties vertes herbacées en état de végétation.

M. Bérard vient de publier (1), sur la maturation des fruits, un Mémoire très-intéressant, dans lequel il s'est principalement occupé à déterminer leur influence sur l'atmosphère; il a mis à ses observations un soin bien digne d'éloge; il a décrit ses procédés et ses résultats avec le détail qu'exigent de pareilles expériences; il les a variées à l'infini, et il est arrivé à ce résultat remarquable, c'est que les fruits verts, dans aucune époque de leur croissance, ne se comportent comme les feuilles au soleil, qu'ils n'y décomposent pas le gaz acide carbonique, qu'ils n'y dégagent point de gaz oxigène, et que l'unique action qu'ils exercent sur l'atmosphère dans toutes les périodes de leur végétation, est de transformer son oxigène en acide carbonique; il est même porté à croire qu'en temps égal, les fruits verts font disparaître plus d'oxigène au soleil qu'à l'ombre.

On a pu admettre cette opinion avec d'autant plus de vraisemblance que les nombreuses expériences qu'Ingenhousz (2) avait faites précédemment avec les fruits verts détachés de la plante, et placés dans l'air au soleil sous un récipient, confirment celles de M. Bérard, tandis que

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, tome XVI, page 152.

(2) Ce physicien a donné à la 44e Section de ses expériences sur les végétaux, vol. II, le titre suivant : *La faculté qu'ont beaucoup de fruits de méphitiser l'air, soit au soleil, soit à l'ombre, est très-considérable, etc.* Il croyait que les fruits transformaient non-seulement l'oxigène mais même l'azote en acide carbonique. Il attribuait d'ailleurs la même influence aux feuilles à l'obscurité.

les miennes étaient peu variées et décrites sans aucun détail.

Ingenhousz a observé cependant que quelques-uns des fruits qui méphitisaient l'air au soleil et à l'ombre le corrompaient moins au soleil, et qu'ils dégageaient souvent du gaz oxigène comme les feuilles, lorsqu'ils étaient submergés dans l'eau de source; il en a obtenu ainsi, quoique pas constamment, des petites poires vertes, des concombres, des raisins, des gousses du physalis alkekengi, du cardiospermum halicacabum, des siliques d'acacia, et des haricots (1).

Senebier a trouvé que les fruits submergés dans de l'eau de source au soleil donnaient, dans tous les momens de leur existence, un air souvent plus mauvais, quelquefois aussi bon, mais jamais meilleur que l'air atmosphérique (2).

Je vais exposer actuellement de nouvelles expériences sur un sujet qui n'était pas suffisamment éclairci : ces recherches inspirent d'autant plus d'intérêt, que certains fruits présentant beaucoup de substance végétale condensée dans un petit volume, semblent offrir à quelques égards des résultats plus précis que ceux des feuilles minces qui exigent, en raison de leur étendue, un volume d'air trop grand pour que les changemens qu'elles y produisent soient toujours bien appréciés.

Puisqu'il s'agit de reconnaître si la substance verte

---

(1) *Expériences sur les végétaux*, vol. I, page 64; et vol. II, pag. 61, 221 et suiv.

(2) *Mémoires physico-chimiques sur la lumière solaire*, tome I, p. 299.

herbacée des fruits, considérée isolément, dégage du gaz oxigène, on doit croire que ceux dans lesquels cette couleur est très-faible, et qui sont formés d'un parenchyme jaune ou blanc très-épais, ne conduisent à aucun résultat bien déterminé ; car il est reconnu (sauf des exceptions assez rares) que les matières végétales qui ne sont pas vertes corrompent l'air au soleil et à l'ombre, quel que soit le siége où elles se trouvent, et que leur effet peut l'emporter sur celui des parties vertes. On pourrait, d'après cela, ne prendre en considération ni les pêches, ni les amandes, ni les pommes, ni les fraises, dont le vert pâle, jaunâtre ou grisâtre, ou nuancé de plusieurs autres couleurs, n'est pas comparable au vert pur et intense des feuilles qui accompagnent ces fruits.

Expériences sur les légumes de pois (pisum sativum) *à écosser, à rames.*

A. *Dégagement du gaz oxigène par ces fruits plongés dans l'eau.*

Les gousses de pois que j'ai soumises à toutes mes expériences n'étaient pas encore parvenues à leur maturité ; elles avaient 8 ou 9 centimètres de long ; elles étaient extérieurement et intérieurement d'un beau vert, mais un peu moins foncé que leurs feuilles ; elles contenaient des semences très-tendres, blanchâtres à l'extérieur, vertes à l'intérieur, et de 4 à 8 millimètres de diamètre.

56 grammes de ces gousses occupant 82 centimètres cubes, ont dégagé, à la fin de juin, dans 1800 grammes d'eau de source au soleil, entre onze heures du matin et

quatre heures et demie du soir, 24 centimètres cubes d'air dépourvu d'acide carbonique : 100 de cet air étaient composés de 38,25 d'oxigène et de 61,75 d'azote.

Cette expérience faite en même temps, et dans les mêmes proportions avec l'eau de pluie (1), a produit 8 centimètres cubes et demi d'air, dont cent contenaient 27,5 d'oxigène et 72,5 d'azote.

Pour comparer l'émission aérienne des feuilles et des tiges avec celle des fruits, j'ai fait les épreuves suivantes en même temps et avec les mêmes quantités d'eau que dans les expériences précédentes, mais en plaçant sous le récipient une moindre quantité de tiges et de feuilles.

20 grammes de feuilles ailées de pois ont dégagé, dans de l'eau de source, 34 centimètres cubes d'air, dont 100 contenaient 53 d'oxigène et 47 d'azote.

Cette expérience, faite avec de l'eau de pluie, a produit 8 $\frac{3}{4}$ centimètres cubes d'air, dont 100 contenaient 28,25 d'oxigène et 71,75 d'azote.

20 grammes de tiges creuses de pois de 3 à 5 millimètres de diamètre, et qui déplaçaient 40 centimètres cubes, ont dégagé, dans de l'eau de source, 13 $\frac{1}{2}$ centi-

---

(1) L'eau de pluie ne trouble pas l'eau de chaux; cependant un litre d'eau de pluie m'a fourni, par une heure d'ébullition, 20 $\frac{1}{2}$ centimètres cubes d'air, dont 100 contenaient 32,83 d'oxigène, 65,67 d'azote et 1,5 d'acide carbonique.

L'eau de source que j'ai employée dans toutes mes expériences a produit, sous le même poids et par le même procédé, 80 $\frac{1}{2}$ centimètres cubes d'air, dont 100 contenaient 75,5 d'acide carbonique, 16,5 d'azote et 8 d'oxigène.

mètres cubes d'air, dont 100 contenaient 38 d'oxigène et 62 d'azote.

Ces résultats montrent que les parties vertes des légumes de pois se comportent comme celles des feuilles relativement à l'émission du gaz oxigène, dans des eaux différemment imprégnées de gaz acide carbonique. L'infériorité en quantité et en pureté du gaz oxigène dégagé par les légumes, tient :

1°. A ce qu'ils offrent moins de surface;

2°. A ce qu'ils ont une couleur verte moins foncée;

3°. A ce que leur gaz, étant dégagé plus lentement, offre plus de prise à l'action de l'eau qui le souille, soit en l'absorbant, soit en y ajoutant de l'azote;

4°. A ce qu'ils contiennent de grandes cavités remplies d'air qui se mêle au gaz oxigène.

M. Bérard montre, comme l'avait fait Ingenhousz, que le fluide aériforme contenu dans les gousses du *colutea arborescens*, soit en général dans les cavités vertes des végétaux, a la même composition que l'air qui les environne, parce qu'il les traverse facilement. M. Bérard voit aussi que lorsqu'elles ont été pendant long-temps submergées dans l'eau de source, elles ne contiennent que peu ou point de gaz oxigène. Ce résultat, conforme à celui qu'on devait attendre de l'effet des végétaux sur l'air à l'obscurité, a été probablement obtenu à l'ombre; car si ce chimiste eût fait l'expérience au soleil, avec des gousses bien vertes, il aurait dû les trouver remplies d'un gaz beaucoup plus pur que l'air commun (1) : ainsi, dans

---

(1) Ingenhousz, *Expériences sur les végétaux*, vol. II, pag. 61.

l'expérience que j'ai faite sur les gousses de pois, elles dégageaient par expression, immédiatement après leur séparation du végétal, un air dont 100 contenaient 19,3 d'oxigène, 79,2 d'azote et 1,5 d'acide carbonique; tandis qu'après leur submersion dans l'eau de source au soleil, on en exprimait un air dont 100 contenaient 30 d'oxigène, 69 d'azote, et 1 d'acide carbonique, quoique j'eusse empêché, par un treillis en fil de laiton placé sous le récipient, qu'elles ne fussent en contact avec le gaz qu'elles avaient dégagé. Ces résultats concourent à prouver que l'acide carbonique est décomposé dans l'intérieur des végétaux.

B. *Influence des légumes de pois sur l'air atmosphérique pendant la nuit.*

Les gousses de pois soumises à toutes mes expériences dans l'air étaient semblables à celles dont j'ai parlé précédemment. J'en ai placé six, au coucher du soleil, dans 965 centimètres cubes d'air, sous un récipient fermé par du mercure; elles pesaient 23 $\frac{1}{2}$ grammes, et occupaient 34 $\frac{1}{2}$ centimètres cubes; leurs pédoncules, longs de 4 ou 5 lignes, trempaient dans 8 ou 10 grammes d'eau contenue dans un vase fixé sous le récipient. Au bout de douze heures de séjour à l'obscurité, elles ont produit dans leur atmosphère une diminution de volume, ou fait une inspiration égale à 18 centimètres cubes, avec les corrections relatives aux changemens de température et de pression. Cette réduction sera toujours sous-entendue. L'analyse par la potasse et l'eudiomètre de Volta a montré que l'air du récipient avait subi les modifications suivantes :

	Atmosphère des légumes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	202, 6 cent. c.	151, 3 cent. c.
—— azote,	762, 4	762, 9
Acide carbonique,	0 (1)	32, 8
	965	947
	Inspiration,	18
		965.

Cette inspiration est la plus grande que j'aie observée parmi les fruits soumis à mes recherches. Je dois observer que cette fonction est jusqu'à un certain point subordonnée à la grandeur du vase où se fait l'expérience ; un végétal, à volume égal, fait une inspiration moindre sous un grand récipient que sous un petit, parce que, sous ce dernier, la plante étant en contact avec une plus grande proportion de gaz acide, se comporte à quelques égards comme l'eau qui serait placée dans différens mélanges de ce gaz et d'air atmosphérique.

(1) Ceci (0) signifie, dans toutes mes expériences, une quantité d'acide carbonique trop petite pour qu'elle ne se confonde avec les erreurs d'observation par les épreuves eudiométriques ordinaires.

Les erreurs que je puis avoir faites en général dans la détermination des volumes de l'air, doivent (à cause du diamètre des récipiens) s'élever à 6 ou 7 centimètres cubes. Cette incertitude en produit une presque aussi grande dans l'évaluation du gaz azote.

C. *Influence des légumes de pois sur l'air atmosphérique au soleil.*

J'ai introduit, à sept heures du matin, six gousses de pois dans 990 centimètres cubes d'air, contenu dans un récipient fermé par de l'eau (1). Le vase dans lequel elles trempaient portait une baguette de verre autour de laquelle elles étaient liées en faisceau lâche qui ne touchait pas les parois du récipient; elles recevaient les rayons directs du soleil au travers d'une croisée pour modérer leur intensité.

---

(1) Lorsque l'acide carbonique qui pouvait être présent dans ces expériences n'excédait pas la cinq centième partie de l'air, et lorsqu'elles ne duraient qu'un petit nombre de jours, les résultats obtenus en fermant le récipient par l'eau n'étaient pas sensiblement différens de ceux où je lui substituais du mercure : les manipulations, dans le premier cas, étaient plus faciles, et ainsi à quelques égards plus exactes. On jugera de la lenteur de l'absorption du gaz acide carbonique mêlé à l'air dans ces circonstances, par le résultat suivant : j'ai mêlé 1000 centimètres cubes d'air avec 50 centimètres cubes d'acide carbonique dans un récipient fermé par l'eau, et semblable à ceux où j'ai fait toutes mes expériences (ils avaient environ 25 centimètres de haut, 8 centimètres de diamètre, et une capacité de 1800 centimètres cubes); au bout de quarante-huit heures, l'absorption du gaz acide carbonique n'était pas sensible; après un mois, elle était égale à 25 centimètres cubes; au bout de deux mois, le récipient contenait au moins 12 centimètres cubes de ce gaz. La température a varié entre 18° et 25° centigr.

Comme un seul jour de soleil n'aurait pas fourni un résultat prononcé, et que les pois auraient pu souffrir s'ils eussent été plus nombreux, je les ai sortis du récipient le soir au travers de l'eau, pour les remplacer de même le matin par d'autres gousses récemment cueillies. Ce procédé, qui a été répété pendant quatre jours dans la même atmosphère, a l'avantage de prolonger l'expérience aussi long-temps qu'on le desire, sans que le fruit s'altère, et de permettre qu'elle soit interrompue en le sortant du récipient lorsque le ciel se couvre, pour la continuer lorsqu'il s'éclaircit. Après 48 heures d'exposition au soleil, ou le soir du 4[e] jour de l'expérience, l'air du récipient avait augmenté de 23 $\frac{1}{2}$ centimètres cubes, qui étaient formés en grande partie de gaz oxigène; il ne contenait point d'acide carbonique.

	Atmosphère des fruits avant l'expérience.	Atmosphère des fruits après l'expérience.
Gaz oxigène,	207, 9 cent. c.	223, 97 cent. c.
—— azote,	782, 1	789, 53
Acide carbonique,	0	0
	990	1013, 5.

On doit admettre que l'addition d'oxigène dans le résultat précédent est due principalement à l'acide carbonique que les fruits ont formé, et retenu dans leur intérieur pendant la nuit, et qu'ils ont transporté et décomposé dans le récipient. Les feuilles donnent des résultats analogues; mais ils ne peuvent être aussi prononcés qu'avec celles qui sont grasses ou très-charnues.

D. *Légumes de pois exposés dans la même atmosphère à l'action de la nuit et du soleil.*

Dans le résultat précédent, les pois n'avaient été exposés qu'au soleil, tandis qu'ici, ils ont reçu pendant quarante-huit heures, dans la même atmosphère, l'influence de l'obscurité pendant la nuit, et du soleil pendant le jour. Cette expérience a été commencée le soir, et terminée de même; si je l'eusse commencée le matin, et terminée le matin d'un des jours suivans, les résultats auraient été différens, parce que le fruit n'aurait pas décomposé le gaz acide qu'il avait formé pendant la nuit qui a précédé sa sortie.

L'appareil était disposé d'ailleurs comme le précédent: les six gousses de pois ont été renouvelées quatre fois à intervalles égaux pendant les deux jours qu'elles ont passé sous le récipient. L'air que j'y avais introduit, et qui occupait 940 centimètres cubes, a subi, par le séjour de ces fruits, des changemens si peu notables qu'ils pourraient être attribués à des erreurs d'observation.

	Atmosphère des fruits avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	197,4 cent. c.	182 cent. c.
—— azote,	742,6	750,9
Acide carbonique,	0	7,1
	940	940.

En comparant ces résultats avec ceux obtenus en *B*, où les pois ont formé 22,8 centimètres cubes de gaz acide carbonique dans une seule nuit, on voit que, dans la dernière expérience *D*, les pois ont décomposé pendant le

jour l'acide qu'ils avaient formé pendant la nuit, ou que, durant les deux jours et les deux nuits destinés à cette expérience, les fruits ont dû former et décomposer environ 58 centimètres cubes de gaz acide carbonique, sans tenir compte de celui qui était élaboré par l'effet de l'inspiration.

DD. Pour rechercher si le renouvellement des gousses avait eu de l'influence sur les résultats, j'ai répété l'expérience précédente dans 1000 centimètres cubes d'air contenu par du mercure, en laissant les mêmes pois pendant 48 heures sous le récipient, et en modérant encore plus l'intensité du soleil; mais il n'en est résulté avec ce fruit aucune différence importante, ainsi qu'on en peut juger par l'analyse suivante :

	Atmosphère des fruits avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	204, 7 cent. c.
—— azote,	790	798, 8
Acide carbonique,	0	0
	1000	1003,5.

E. Décomposition du gaz acide carbonique par les légumes de pois dans un mélange artificiel de ce gaz avec l'air.

J'ai ajouté le matin, à 970 centimètres cubes d'air atmosphérique, 80 centimètres cubes d'acide carbonique. Cette addition n'a pas été faite toute à la fois; la moitié ou 40 centimètres cubes d'acide carbonique ont été introduits en commençant l'expérience, et l'autre moitié deux jours après son établissement : elle a duré quatre jours, pendant lesquels les six gousses de pois n'ont été ex-

posées qu'au soleil, dans l'atmosphère artificielle; elles en en étaient retirées pendant les nuits.

	Atmosphère des fruits avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	203, 7 cent. c.	258 cent. c.
—— azote,	766, 3	773
Acide carbonique,	80	21
	1050	1052.

Ces résultats semblent indiquer que la végétation a fait disparaître 59 centimètres cubes d'acide carbonique, et qu'elle les a remplacés par 54 centimètres cubes d'oxigène; mais cette compensation est en grande partie accidentelle; car si l'on compare ce produit avec celui qui a été obtenu en *C* dans une atmosphère où l'on n'avait pas introduit artificiellement de l'acide carbonique, l'on trouve que l'atmosphère *E* a dû subir une diminution de volume; elle tient surtout au renouvellement des fruits qui s'imprégnaient de l'acide carbonique artificiel, et qui le transportaient hors du récipient lorsqu'on les en sortait pour les renouveler.

EE. L'expérience suivante, qui a duré 48 heures, a été destinée à constater la précédente en la variant, et à rechercher si les fruits solidifient l'eau : ici les gousses n'ont point été renouvelées, et elles ont passé les jours et les nuits dans le récipient, qui était fermé par du mercure.

	Atmosphère des gousses avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	238, 9 cent. c.
—— azote,	790	801, 4
Acide carbonique,	50	7, 7
	1050	1048.

La différence des quantités de gaz oxigène dégagé, entre ce résultat et celui de l'expérience *DD* où les gousses ont végété en même temps sans acide carbonique artificiel, montre qu'elles ont produit en *EE*, par la décomposition de ce dernier, 34 centimètres cubes de gaz oxigène, ou qu'elles ont décomposé environ 34 centimètres cubes de gaz acide carbonique artificiel. Ces gousses *EE*, qui pesaient, vertes, avant l'expérience, 22,18 grammes, se sont réduites, après l'expérience, à 3,34 grammes par le desséchement dans une étuve chauffée au 30° centig.

Les gousses *DD*, qui avant l'expérience étaient du même poids que les précédentes, se sont réduites, par le même desséchement, à 3,29 grammes : il en résulte que les gousses *EE* ayant augmenté leur substance végétale sèche de 5 centigrammes en végétant avec de l'eau et une atmosphère qui ne leur a fourni, à très-peu près (1), que 18 milligrammes de carbone, doivent avoir fixé les élémens de l'eau. Cette expérience a été répétée une seconde fois avec un résultat analogue. Un fruit très-épais donnerait des produits plus incertains, à cause de la lenteur du desséchement qui modifie irrégulièrement les substances organiques.

---

(1) On pourrait y ajouter quelques traces d'oxigène ; mais cette quantité douteuse peut être négligée ; et l'on ne prétend point arriver ici à une extrême précision.

Expériences sur les Prunes Reine-Claude.

F. *Dégagement du gaz oxigène par ces fruits plongés dans l'eau.*

Je me suis occupé de ce fruit avec d'autant plus d'intérêt, qu'il est très-vert avant sa maturité, et qu'il est un de ceux que M. Bérard a soumis particulièrement à son examen.

Les prunes employées dans les expériences suivantes ont été cueillies à la fin de juin, environ cinq semaines avant leur maturité; elles étaient d'un vert de porreau foncé; j'ai eu soin qu'elles fussent exemptes de taches; elles avaient au moins 2 centimètres de diamètre; leur pulpe, dure, verte intérieurement, mais passant au jaune-verdâtre en s'approchant du noyau, formait autour de celui-ci une couche de 8 millimètres d'épaisseur.

200 grammes de ces prunes occupant 188 $\frac{1}{2}$ centimètres cubes, ont dégagé, dans 1800 grammes d'eau de source au soleil, entre dix heures du matin et cinq heures du soir, 22 centimètres cubes d'air, ou beaucoup moins d'air que les pois, qui offrent plus de surface : 100 de cet air contenaient 39 d'oxigène, 57 d'azote et 4 d'acide carbonique.

Cette expérience, faite en même temps et dans les mêmes proportions avec de l'eau de pluie, a produit 13 $\frac{1}{2}$ centimètres cubes d'air, dont 100 contenaient 34 d'oxigène, 63 d'azote et 3 d'acide carbonique.

20 grammes de feuilles de prunier ont dégagé en même temps, dans 1800 grammes d'eau de source, 26 centimètres cubes d'air, dont 100 contenaient 48 d'oxigène, 50 d'azote et 2 d'acide carbonique.

L'expérience précédente, faite avec de l'eau de pluie, a produit $14\frac{1}{2}$ centimètres cubes d'air, dont 100 contenaient 32,5 d'oxigène et 77,5 d'azote.

Ces résultats montrent que les prunes se comportent sous l'eau comme leurs feuilles relativement à l'émission du gaz oxigène, sauf sa quantité qui est moindre par les fruits : j'en ai donné la principale raison à l'occasion des gousses de pois.

G. *Influence des prunes sur l'air pendant la nuit.*

Toutes mes expériences dans l'air avec ce fruit ont été faites en coupant l'extrémité d'une branche qui portait quatre prunes adhérentes presque au même point ; leur tige commune, longue d'un centimètre, trempait dans un vase plein d'eau, placé sous un récipient. Les quatre prunes pesaient 43 grammes, et déplaçaient $40\frac{1}{2}$ centimètres cubes. En cueillant ces fruits le soir, et en les laissant pendant une nuit sous le récipient, elles ont fourni, au bout de douze heures, les résultats suivans dans 1000 centimètres cubes d'air :

	Atmosphère des prunes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	155, 8 cent. c.
—— azote,	790	797, 4
Acide carbonique,	0	39, 8
	1000	993
	Inspiration,	7
		1000.

GG. Pour rechercher l'influence du volume de l'atmosphère sur celui de l'inspiration, j'ai introduit trois prunes occupant 25 centimètres cubes, dans 416 centimètres cubes d'air sur du mercure, pendant le même temps que les précédentes.

	Atmosphère des prunes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	87, 3 cent. c.	57, 6 cent. c.
—— azote,	328, 7	329, 3
Acide carbonique,	0	20, 1
	416	407
	Inspiration,	9
		416.

Les quantités de gaz oxigène que les prunes ont détruit dans ces deux expériences n'offrent qu'une légère différence relativement au volume du fruit; mais l'inspiration a été beaucoup plus grande dans la petite atmosphère : ce résultat montre que les inspirations doivent être plus petites à l'air libre que sous un récipient, surtout lorsque les plantes laissent du gaz acide carbonique dans leur atmosphère.

H. *Influence des prunes sur l'air atmosphérique au soleil.*

Ces fruits ont été exposés pendant quatre jours ou quarante-huit heures au soleil sous le récipient; ils en ont été retirés pendant les nuits, comme les pois en *C*.

	Atmosphère des prunes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	205, 8 cent. c.	226, 9 cent. c.
—— azote,	774, 2	790, 6
Acide carbonique,	0	0
	980	1017, 5.

Les prunes ont amélioré l'air du récipient par des expirations égales à 21 centimètres cubes de gaz oxigène; elles sont moins grandes que l'inspiration *G* ne l'indique, parce qu'en *H*, elle a été faite à l'air libre.

I. *Prunes exposées à l'action de la nuit et du soleil dans la même atmosphère.*

On a procédé dans cette expérience comme en *D*, avec cette différence que pour obtenir des résultats plus prononcés, les quatre prunes renouvelées matin et soir ont passé dans le récipient quatre jours et quatre nuits.

	Atmosphère des prunes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	189 cent. c.	173, 8 cent. c.
—— azote,	711	722, 2
Acide carbonique,	0	0
	900	896.

Les changemens que les prunes ont fait subir à leur atmosphère n'étaient pas considérables; mais les résultats antérieurs indiquent qu'elles ont détruit, pendant les quatre nuits de cette expérience, au moins 200 centimètres cubes de gaz oxigène, et qu'elles n'en auraient

pas laissé une trace dans le récipient si elles n'eussent pas décomposé un volume à-peu-près égal de gaz acide carbonique.

K. *Décomposition du gaz acide carbonique par les prunes dans un mélange artificiel de ce gaz avec l'air.*

J'ai fait végéter pendant quatre jours au soleil, mais non pendant les nuits, ce fruit dans un mélange de 900 centimètres cubes d'air atmosphérique avec 100 d'acide carbonique, dont une moitié a été introduite en commençant l'expérience, et l'autre moitié deux jours après son établissement. Les prunes ont été renouvelées quatre fois.

	Atmosphère des prunes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	189 cent. c.	251, 3 cent. c.
—— azote,	711	724, 8
Acide carbonique,	100	0
	1000	986, 1.

La comparaison des résultats obtenus en *H* avec ceux de la dernière expérience montre que, dans celle-ci, les prunes ont ajouté environ 41 centimètres cubes de gaz oxigène à leur atmosphère par l'effet de la décomposition de l'acide carbonique que j'y ai introduit.

La principale cause de la diminution de volume que l'air a subie après l'expérience tient au renouvellement des fruits, qui ont transporté hors du récipient une grande quantité d'acide carbonique qu'ils n'ont pas décomposée. D'ailleurs l'eau qui servait de clôture a con-

tribué ici à cette diminution, parce que l'atmosphère où ils n'ont végété que pendant quarante-huit heures est restée en contact pendant dix jours avec ce liquide à cause du mauvais temps.

L. *Influence des prunes sur l'air lorsqu'elles ont acquis tout leur accroissement.*

Les expériences suivantes ont été faites, un mois après les précédentes, sur des prunes qui touchaient au terme de leur maturité, ou qui n'en étaient éloignées que de deux ou trois jours; le volume de ce fruit avait doublé; on n'a mis, par cette raison, sous chaque récipient, que deux prunes qui pesaient entre 46 et 50 grammes : elles y sont souvent parvenues à leur entière maturité.

Expérience pendant douze heures de nuit.

	Atmosphère des prunes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	186, 3 cent. c.
—— azote,	790	791, 6
Acide carbonique,	0	12, 1
	1000	990
	Inspiration,	10
		1000.

Cette expérience, répétée deux fois avec des résultats semblables, montre que les fruits, à volume égal, détruisent plus d'oxigène lorsqu'ils sont éloignés de leur maturité, que lorsqu'ils en sont rapprochés. Les feuilles se comportent de même. (*Recherches sur la végétation*, pag. 100 et suiv.)

Expérience pendant douze heures de soleil.

	Atmosphère des prunes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	195, 6 cent. c.
—— azote,	790	797, 1
Acide carbonique,	0	7, 3
	1000	1000.

Lorsque j'ai continué cette expérience pendant quatre jours, en retirant du récipient les prunes le soir pour en introduire de nouvelles le lendemain, leur atmosphère a éprouvé une diminution de 19 centimètres cubes, parce que la proportion d'acide est devenue assez grande pour qu'elles aient pu l'absorber. Les prunes à-peu-près mûres font disparaître plus d'oxigène à l'ombre qu'au soleil: elles auraient produit un effet contraire si elles n'eussent point décomposé l'acide carbonique.

Expérience pendant quatre jours de soleil et quatre nuits; les prunes n'ont pas été renouvelées.

	Atmosphère des prunes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	199, 5 cent. c.	173, 6 cent. c.
—— azote,	750, 5	761, 8
Acide carbonique,	0	11, 6
	950	947.

Pendant les quatre nuits de cette expérience, les prunes ont dû détruire 95 centimètres cubes de gaz oxigène; mais puisqu'en y ajoutant les jours correspondans, elles

n'en ont détruit que 26 centimètres cubes, elles doivent avoir dégagé 95—26=69 centimètres cubes de gaz oxigène pendant leur exposition au soleil.

Expérience pendant quatre jours de soleil et quatre nuits dans un mélange d'air et d'acide carbonique : les fruits n'ont pas été renouvelés.

	Atmosphère des prunes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	199, 5 cent. c.	197, 8 cent. c.
—— azote,	750, 5	773, 7
Acide carbonique,	50	12
	1000	983, 5.

La comparaison du résultat précédent avec celui-ci montre que les prunes, à l'époque de leur maturité, ont décomposé une partie de l'acide carbonique artificiel, quoiqu'elles aient vicié leur atmosphère dans cette expérience, ainsi que dans toutes les autres *L*, considérées isolément.

(*La fin au Cahier prochain.*)

Note *sur un moyen de mesurer l'effet dynamique des machines de rotation.*

Par M. de Prony.

Le procédé qui forme l'objet de cette Note m'a été fort utile pour des expériences que j'ai eu à faire sur les machines à feu à haute pression; il a l'avantage de

donner la mesure de l'*effet dynamique*, soit *total*, soit *partiel*, d'un système tournant, par le poids et la position d'une masse qu'on maintient dans l'état d'immobilité. Cette condition est remplie à l'aide du frottement, et cependant on obtient les résultats cherchés, indépendamment de toute considération, tant sur la nature de cette espèce de résistance que sur sa relation avec la pression normale. Les termes qui se rapportent à ces diverses circonstances disparaissent dans l'équation finale : il en est de même du rayon du cylindre ou essieu, autour duquel s'exerce le frottement. Voici la description et la théorie de l'appareil, dont je pense qu'il serait bon de propager l'usage.

Le cercle K K′ K″ K‴ représente un système quelconque tournant, fixé à l'essieu ou tourillon A D B E, qui repose sur des paliers fixes, et dont l'axe mathématique, passant par le centre C, est horizontal. Ce système et son essieu sont supposés tourner, dans le sens indiqué par la flèche, avec une vitesse angulaire constante.

L'essieu A D B E est embrassé par un frein composé des deux pièces G F, G′ F′, parallèles entre elles et unies par les boulons *b b*, *b′ b′*, dont les têtes sont aux extrémités inférieures *b*, *b′*, et qui, au moyen des écrous *e*, *e′*, mus avec une clef de fer, donnent la facilité de serrer, à volonté, le frein contre l'essieu.

Les pièces du frein sont en équilibre autour de l'axe horizontal passant par le centre C, c'est-à-dire que leur centre de gravité se trouve sur cet axe; mais un poids additionnel P, posé en H sur la branche G F, tend à faire tourner le système G F G′ F′ dans le sens opposé à celui qu'indique la flèche.

On suppose que le frein est serré de manière à exercer sur l'essieu ADBE une pression de laquelle résulte un frottement tel que, pendant la rotation du système représenté par K‴ K″ KK′, les branches GF et G′F′ de ce frein se maintiennent dans une situation horizontale, soutenant ainsi le poids P à une hauteur constante. L'expérience m'a prouvé qu'un ouvrier médiocrement adroit, qui se tient, avec une clef de fer en main, près des boulons *bb*, *b′ b′*, peut très-aisément conserver au système FG G′ F′ cette position, en serrant ou desserrant un des écrous au besoin. Il faut avoir la précaution de garnir la partie de la surface du frein, qui frotte sur l'essieu, avec des lames de tôle ou de cuivre, afin de prévenir les effets de l'échauffement des matières en contact.

Il s'agit de déterminer généralement la valeur de l'*effet dynamique* qui est produit lorsque ces conditions se trouvent satisfaites. Soient :

Le poids suspendu au point H du frein =.... P

La distance entre la verticale menée par le centre de gravité de ce poids et l'axe horizontal de l'essieu passant par le point C =............. R

r étant le rayon de l'essieu, et π la demi-circonférence, dont le rayon = 1, n est un nombre tel que l'arc décrit par un point de la surface cylindrique de cet essieu pendant l'unité de temps = $2\pi n r$

L'*Unité de force* ou l'*unité dynamique*, à laquelle on rapporte un *effet dynamique* quelconque, et qui est égal au produit d'un poids de valeur convenue, par la hauteur, pareillement convenue, à laquelle on suppose ce poids élevé pendant l'unité de temps =............................ Q

Le nombre d'*unités de forces* mesurant l'*effet dynamique* qu'il s'agit de déterminer = ... M

Je nomme $d\Pi$, la pression normale exercée par un des élémens de la portion de surface du frein qui est en contact avec l'essieu, sur l'élément correspondant de la surface de cet essieu. Cette pression $d\Pi$, qui peut, en général, varier d'un point à l'autre des surfaces en contact, engendre, en vertu du frottement, une force tangentielle que je désigne par dF : or, quelles que soient et la loi de variation des pressions normales $d\Pi$, et la loi de relation entre ces pressions et les forces tangentielles dF, il est incontestable, 1° que chacune de ces dernières forces a un moment, par rapport à l'axe horizontal de l'essieu passant par le point C, égal à rdF; et que par conséquent la somme de leurs momens, prise dans l'étendue entière des surfaces en contact, est égale à rF; 2° que la valeur de la somme rF ne varie point pendant que les barres du frein sont maintenues dans une position horizontale, et que par conséquent le poids P ne s'élève ni ne s'abaisse; et puisque la constance de cette position et de cette hauteur est uniquement due aux forces dF, les conditions d'équilibre existent entre ces forces et le poids P, ce qui donne

$$PR = Fr;\ \text{d'où}\ F = \frac{PR}{r},$$

en faisant attention que la somme des momens du système des masses du frein est nulle, puisque le centre de gravité de ce système se trouve sur l'axe passant par le point C.

Je remarque maintenant que la force tangentielle dF s'exerce, pendant l'unité de temps, sur une zone élé-

mentaire de la surface cylindrique de l'essieu, d'une longueur égale à $2n\pi r$; l'*effet dynamique* de cette force a donc, en unités de son espèce, une valeur égale à

$$\frac{2n\pi r . dF}{Q};$$

et le nombre total M d'*unités dynamiques*, existantes pendant que le frein est maintenu dans sa position horizontale, est donné par l'équation

$$M = \frac{2n\pi rF}{Q},$$

ou en substituant à F sa valeur

$$\frac{PR}{r};$$

$$\left.\begin{aligned} M &= \frac{2\pi nPR}{Q} \\ \text{d'où} \ldots\ldots\ldots\quad R &= \frac{QM}{2\pi nP} \end{aligned}\right\} \ldots (1),$$

$$\pi = 3,14159265;\ \log.\ 2\pi = 0,7981799.$$

On voit que tout ce qui tient à la considération du frottement a disparu de l'équation finale, et même que le rayon r de l'essieu ne s'y trouve plus. La valeur de M dépend donc uniquement du poids P, de la distance R de la verticale passant par son centre de gravité, à l'axe de rotation (proportionnelle à la circonférence $2\pi R$, décrite du rayon R), et du nombre n, qui est connu lorsqu'on sait combien le système tournant fait de révolutions dans un temps donné; K étant ce nombre de

révolutions, et t le nombre d'unités de temps pendant lequel elles s'exécutent, on a :

$$n = \frac{K}{t}.$$

Quand on parle de l'effet d'une *machine à feu*, on évalue ordinairement cet effet en *nombre de chevaux*; on dit une machine de 10, de 20, de 30, etc., chevaux; et c'est sur un pareil mode d'évaluation que sont basées les transactions entre les fabricateurs et les acheteurs des machines à feu; mais pour rapporter cette unité de force à des idées précises, on est convenu de représenter, par l'expression *force d'un cheval*, l'élévation d'un poids de 80 kilogrammes à un mètre de hauteur pendant 1″, ou $\frac{1}{86400}$ de jour moyen.

Cette convention donne en prenant, pour unité de temps, la seconde sexagésimale, ou la 86400e partie d'un jour moyen, $Q = 80^{\text{kilog.}} \times 1^{\text{mèt.}} \times 1''$ (*); et le mètre et le kilogramme étant respectivement l'unité linéaire et l'unité de poids, les équations précédentes deviennent

$$M = A n P R;\ R = \frac{BM}{nP} \ldots (2),$$

(*) Cette évaluation de la force d'un cheval employé à mouvoir une machine de rotation est exagérée; mais on peut la considérer comme une *unité de force nominale*. Un cheval attelé à un manége et travaillant huit heures par jour fournit une *quantité d'action*, par seconde, égale à environ 40 kilogrammes. (*Voyez* les Additions de M. Navier à l'*Arch. hyd. de Bélidor*, tom. 1, pag. 396.)

$$A = 0{,}0785398;\ B = \frac{1}{A} = 12{,}7324.$$

$\log. A = \bar{2},8950899$ } La caractéristique seule est néga-
$\log. B = 1,1049101$ } tive dans log. A.

Si on veut déduire l'*unité de force* de l'effet dynamique produit par l'homme, quand il est appliqué aux machines de rotation, on peut considérer cet effet dans l'emploi des roues à chevilles, ou à tambour, et dans celui des manivelles.

L'expérience a fait connaître que, dans le premier cas, lorsque le poids de l'homme est appliqué vers le bas de la roue, la *quantité d'action* fournie dans une seconde (la seconde est prise pour unité de temps) équivalait à l'élévation d'un poids de 12 kilogrammes à une hauteur de $0^{m},70$, ce qui donne

$$Q = 12^{kil.} \times 0^{m.},70 \times 1'' = 8,40;$$

et les équations (1) deviennent.

$$M = anPR;\ R = \frac{bM}{nP} \ldots (3)$$

$$a = 0{,}7479984;\ \ldots\ b = \frac{1}{a} = 1{,}3369$$

$$\log. a = \bar{1},8739006$$
$$\log. b = 0,1260994.$$

Dans le second cas, celui de l'emploi de la manivelle, la quantité d'action fournie dans une seconde de temps, équivaut à l'élévation d'un poids de 8 kilogrammes à $0^{m},75$ de hauteur; ce qui donne $Q = 8 \times 0,75 \times 1'' = 6,00$, et les équations (1) deviennent

$$M = \alpha n P R;\ R = \frac{6 M}{n P} \ldots (4)$$

$$\alpha = 1{,}049198;\ 6 = 0{,}95493.$$

$$\log. \alpha = 0{,}0200286$$

$$\log. 6 = \bar{1}{,}9799714.$$

En produisant les effets dynamiques dont je viens de donner les valeurs, un homme de force moyenne peut, sans s'excéder, travailler huit heures par jour.

Exemples. Supposons que le système tournant fasse 18 révolutions dans une minute ou 60″, et que le frein garde la situation horizontale, lorsqu'un poids de 70 kilogrammes est placé à 2m,214 de l'axe de rotation, on aura :

$$n = \tfrac{18}{60};\ P = 70;\ R = 2{,}214;$$

et en introduisant ces valeurs dans la première équation (2),

$$M = \frac{A \times 18 \times 70 \times 2{,}214}{60} = 46{,}494\ A = 3{,}6516;$$

l'effet dynamique est de 3 chevaux $\frac{65}{100}$.

L'équation

$$R = \frac{B M}{n P}$$

peut servir à déterminer la distance à laquelle il faut, la vitesse angulaire, proportionnelle à n, étant donnée, placer un poids déterminé, pour que ce poids équivale à un nombre pareillement déterminé de chevaux. Supposons qu'à 20 tours par minute, on veuille trouver le point où vingt kilogrammes représentent un cheval, on fera

$M=1$, $P=20$, $n=\frac{20}{60}$, et on aura, par la deuxième équation (2),

$$R=\frac{60\,B}{400}=\frac{3\,B}{20}\doteq 1^{m},90986.$$

Dans cette hypothèse de vitesse angulaire, un poids dont le centre de gravité serait placé à $1^{m},91$ du plan vertical passant par l'axe de l'essieu, représenterait autant de chevaux qu'il contiendrait de fois 20 kilogrammes.

Si on introduit dans la première équation (3) les données numériques qui ont servi ci-dessus à faire une application de la première équation (2), le nombre d'*hommes* qu'on aura sera au nombre de *chevaux*, déduits de cette première équation (2), comme 0,748 : 0,079 environ comme $9\frac{1}{2}$: 1.

Les mêmes données introduites dans la première équation (4) donnent pour le rapport du nombre d'hommes à celui des chevaux, produisant le même effet dynamique, celui de 1,047 : 0,079, environ $13\frac{1}{2}$: 1 (*). On voit par ces rapprochemens que l'unité *nominale*, prise pour terme de comparaison, dans l'évaluation des effets des machines à feu, est exagérée, ainsi que j'en ai prévenu, si on la rapporte à la force moyenne d'un cheval attelé à un manége, travaillant huit heures par jour.

(*) En général, les données n, P et R étant les mêmes, les nombres de chevaux, déduits de la première équation (2), et les nombres d'hommes, respectivement déduits des premières équations (3) et (4), seront entre eux dans les rapports des nombres **A**, a et α, ou des nombres 10000, 95 238 et 133333.

Analyse *d'un calcul salivaire du cheval, suivie d'une Note relative à la composition chimique de la salive chez ce quadrupède.*

Par Mr J.-L. Lassaigne.

Ce calcul avait une forme cylindrique à-peu-près analogue à celle d'un ellipsoïde allongé; il avait 47 millimètres de longueur sur 18 de diamètre; il présentait une dureté semblable à celle du marbre.

Scié longitudinalement par le milieu, on n'a trouvé à son centre aucun corps étranger; on apercevait seulement des couches concentriques de même nature.

1°. 100 parties de ce calcul réduites en poudre fine ont été chauffées avec précaution dans un tube de verre fermé par un bout; il s'est dégagé pendant cette opération des gouttelettes d'eau qui ont ruisselé à la partie supérieure du tube, qui était recourbée : ce liquide n'avait qu'une légère odeur fade animalisée.

Il y eut pendant cette première calcination 3 pour cent de perte occasionée par l'eau évaporée.

2°. Les 0,97 parties restantes ont été calcinées au rouge obscur dans un creuset de platine ouvert; il s'en est dégagé une fumée d'une odeur de corne brûlée qui s'est enflammée au contact de l'air; le résidu grisâtre contenu alors dans le creuset ne pesait plus que 0,88. La matière organique détruite par l'action de la chaleur était donc de 0,09.

3°. On a traité par l'acide nitrique faible le résidu grisâtre, qui s'y est dissous entièrement avec une vive

effervescence; l'ammoniaque versée dans cette dissolution y a formé un précipité léger, floconneux, qui, recueilli avec soin et chauffé au rouge, pesait 0,03. Il a présenté tous les caractères du phosphate de chaux.

Dans la liqueur surnageante, le sous-carbonate de soude a produit un précipité blanc composé de carbonate de chaux pur, pesant 0,84.

Il résulte de ces expériences que le calcul salivaire dont il s'agit est formé, sur 100 parties :

1°.	Carbonate de chaux,	84;
2°.	Phosphate de chaux,	3;
3°.	Matière animale,	9;
4°.	Eau,	3;
	Perte,	1.
		100.

Ces résultats démontrent, à en juger par ceux-ci et ceux déjà connus, que les calculs salivaires trouvés chez les animaux herbivores sont généralement différens de ceux qui se forment chez l'homme, où ils ne sont composés que de phosphate de chaux et de matière animale.

En 1817, M. Vauquelin a publié l'analyse d'un calcul semblable à celui dont nous donnons aujourd'hui la composition, et qui avait été rencontré dans les glandes maxillaires de l'éléphant mort au Jardin du Roi, dans la même année.

M. Dupuy, professeur à l'Ecole royale vétérinaire d'Alfort, qui m'a fourni l'occasion d'examiner cette concrétion salivaire qui s'était formée dans la joue gauche d'un cheval, m'avait précédemment procuré celle

de soumettre à l'analyse chimique un calcul salivaire trouvé dans le canal parotidien d'une vache, et qui m'a offert les mêmes principes constituans que celui du cheval.

Sur l'invitation de ce même professeur, j'ai soumis l'analyse la salive d'un cheval qu'il s'était procurée, en disséquant avec soin le canal salivaire, et recevant le liquide, qui s'en écoulait avec abondance lorsque l'animal mangeait. La quantité qu'il a obtenue par cette opération peut être évaluée à un demi-litre environ.

Salive du cheval.

Cette liqueur, incolore, d'une odeur fade, se trouble au contact de l'air, et laisse précipiter une matière blanche cristalline formée de beaucoup de carbonate de chaux et d'un peu de phosphate de la même base; elle est légèrement alcaline, et laisse déposer par l'action de la chaleur quelques flocons d'albumine. Evaporée à une douce température, elle fournit $3\frac{1}{2}$ pour cent de principes fixes qui sont composés ainsi qu'il suit :

1°. Matière animale soluble dans l'alcool;
2°. Matière animale soluble dans l'eau;
3°. Albumine;
4°. Traces de mucus;
5°. Chlorure de sodium et de potassium;
6°. Soude libre;
7°. Carbonate de chaux;
8°. Phosphate de chaux.

La salive du cheval présente, comme on le voit d'après ces expériences, quelques différences avec celle de

l'homme, analysée par M. Berzelius. Elle contient de l'albumine et du carbonate de chaux en plus et beaucoup moins de mucus. Cette dernière anomalie ne proviendrait-elle pas de ce que, ne pouvant pas se procurer la salive humaine par l'opération que j'ai décrite pour le cheval, on doit l'obtenir mélangée avec une assez grande quantité de mucus sécrété par les membranes qui tapissent l'intérieur de la bouche ?

OBSERVATIONS *sur le Chlorure d'or et de sodium.*

Par M. FIGUIER, Pharmacien à Montpellier.

M. LE D[r] CHRESTIEN ayant eu occasion de reconnaître que, si quelques médecins n'avaient pas obtenu de l'emploi du chlorure d'or et de soude les succès qu'il avait annoncés, il fallait en accuser l'état d'imperfection du médicament employé; il m'engagea, il y a environ deux ans, à publier le procédé que je suivais dans cette préparation, et auquel j'avais été amené en cherchant à déterminer si le chlorure de sodium n'était pas indispensable dans ce composé, ainsi que les auteurs du *Codex* paraissaient l'annoncer. En me conformant aux desirs de cet estimable médecin, je considérais aussi l'avantage de contribuer, en quelque manière, à la propagation d'un remède dont la découverte ne peut être regardée que comme un grand bienfait pour l'humanité : ce procédé fut inséré dans le *Journal de Pharmacie*, tome VI, page 64.

Je dis dans ce Mémoire que si, à une dissolution de chlorure d'or faite avec deux onces de ce métal, on ajoute quatre gros de chlorure de sodium décrépité, et que l'on fasse évaporer, on obtient un sel parfaitement cristallisé, contenant toujours les mêmes proportions d'or qui, loin d'attirer l'humidité comme le chlorure d'or simple, est, au contraire, presqu'inaltérable à l'air, et qui n'est pas susceptible de changer de nature par des cristallisations réitérées. Ces propriétés et la facilité de l'obtenir me parurent le rendre infiniment préférable à celui que j'avais préparé jusqu'alors, et depuis cette époque, ce nouveau sel est le seul que j'aie dans mon officine.

La plupart des propriétés du chlorure d'or, telles que sa cristallisation, son affinité pour l'humidité de l'atmosphère, etc., avaient tellement disparu dans le nouveau sel, que je ne balançai pas à adopter l'opinion que le chlorure d'or n'y était pas dans un simple état de mélange, mais bien dans un état de combinaison; de sorte que je considérai ce composé comme un sel triple, ou, suivant la théorie qui prévalait alors, comme un hydrochlorate d'or et de soude.

Depuis, M. Pelletier a publié un travail très-intéressant, sous le titre de : *Faits pour servir à l'Histoire de l'or* (1). Il a déduit des phénomènes que ses expériences lui ont présentés, que l'or n'est pas susceptible de donner lieu à des combinaisons salines en jouant le rôle de base; il a reconnu, au contraire, que l'oxide de ce métal avait de l'affinité pour les bases, et se combinait avec elles à la manière d'un acide; c'est par cette affinité de

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XV, p. 5.

l'oxide d'or pour les bases qu'il explique les phénomènes variés que présente l'action d'un alcali sur la dissolution du chlorure d'or, tandis que M. Oberkampf et M. Vauquelin avaient cherché à expliquer les mêmes phénomènes en supposant l'existence de chlorures triples que l'alcali ajouté formait avec le chlorure d'or.

Je ne pouvais pas me décider à considérer le nouveau sel dont j'ai parlé plus haut comme un simple mélange de chlorure d'or et de chlorure de soude, et je comptais appuyer mon opinion par de nouvelles expériences, lorsque je lus, dans les *Annales de Chimie*, tome XVII, page 337, une note de M. Javal sur quelques combinaisons de l'or. Dans ce travail, l'existence du chlorure triple d'or et de potassium me paraît établie d'une manière qui ne laisse aucun doute, et je vais montrer que le chlorure de sodium présente, dans son action sur le chlorure d'or, des phénomènes tout-à-fait analogues.

J'ai fait dissoudre une once d'or dans l'eau régale, et après avoir fait évaporer pour chasser l'excès d'acide, j'ai fait dissoudre le sel d'or dans huit fois son poids d'eau distillée; à la liqueur filtrée j'ai ajouté une dissolution de 2 gros de chlorure de sodium décrépité, dans quatre fois son poids d'eau; ces deux dissolutions ainsi mêlées ont été évaporées jusqu'à ce qu'elles aient présenté seulement un poids de 4 onces. Par le refroidissement, elles ont donné des cristaux très-réguliers, ayant la forme de prismes quadrangulaires allongés, d'une belle couleur jaune orangée. Il ne s'est pas séparé de cristaux de chlorure de sodium pur.

Si on fait une expérience analogue à la précédente, mais en employant une proportion plus forte de chlo-

rure de sodium, les premiers cristaux qui se séparent par le refroidissement sont des cubes de chlorure de sodium, légèrement colorés, qui blanchissent par le lavage. Si, après les avoir séparés, on continue l'évaporation, et qu'on l'arrête quand la liqueur donne des signes de cristallisation, on obtient des cristaux allongés, d'une belle couleur jaune orangée, semblables à ceux obtenus par l'expérience précédente.

Enfin, si on emploie une proportion plus petite de chlorure de sodium, alors il faut porter la concentration plus loin pour obtenir des cristaux. Les premiers qui se forment sont en aiguilles fines, d'une couleur jaune orangée; si on pousse ensuite plus loin la concentration, la liqueur se prend en masse cristalline, qui peu à peu attire l'humidité de l'air et devient liquide. Les cristaux en aiguilles dont je viens de parler, purifiés par une nouvelle cristallisation, deviennent tout-à-fait semblables à ceux que j'ai obtenus dans la première expérience.

Ces faits me paraissent inexplicables, sans admettre une affinité entre le chlorure d'or et celui de sodium et une tendance à se combiner entre eux dans une proportion fixe. On va voir d'ailleurs que les cristaux en prismes allongés, d'une couleur jaune orangée, jouissent des propriétés d'un véritable sel triple, et qu'il est impossible de les considérer comme un simple mélange des deux chlorures.

Ces cristaux sont inaltérables à l'air; j'en conserve depuis plus de dix-huit mois dans une capsule découverte, sans qu'ils aient éprouvé la moindre altération (1). Ré-

(1) Je conserve de la même manière des cristaux de chlorure de platine et de sodium sans qu'ils aient perdu aucune de leurs propriétés.

duits en poudre et lavés, ils ne perdent pas leur couleur, ce qui devrait avoir lieu s'ils n'étaient qu'un mélange de chlorure d'or et de chlorure de sodium ; car le premier est infiniment plus soluble.

Exposés à l'action du feu, ils abandonnent d'abord de l'eau, et bientôt ils se fondent ; à une chaleur rouge, ils commencent à abandonner une petite quantité de chlore, et il faut la soutenir pendant quelque temps pour que tout le chlorure d'or soit décomposé. Tous ces faits peuvent-ils s'accorder avec l'hypothèse que le nouveau sel n'est qu'un simple mélange ?

Enfin, l'analyse vient encore ici donner le dernier degré de probabilité à mon opinion. J'avais, dans mon premier Mémoire, fait l'analyse de ce chlorure triple ; mais, guidé par une autre théorie, le procédé que j'employai ne me permettait de déterminer d'une manière exacte que la quantité d'or. Je viens de répéter cette analyse en suivant le même procédé que M. Javal a suivi pour analyser le chlorure d'or et de potassium. Il consiste à déterminer, 1° la quantité d'or en le précipitant par le gaz hydrosulfurique, d'une dissolution de chlorure triple ; 2° la quantité de chlorure de sodium en évaporant à siccité la liqueur qui surnage le sulfure d'or et calcinant le résidu ; et 3° enfin, la quantité de chlore par la précipitation au moyen du nitrate d'argent.

Par ce procédé, j'ai reconnu que le chlorure d'or et de sodium contenait :

Chlorure d'or,	69,3 ;
Chlorure de sodium,	14,1 ;
Eau,	16,6.
	100,0.

Or, en partant des données suivantes,

Poids de l'atome d'or, 248,6.

Nombre donné par M. Berzelius, et que les expériences de M. Javal (1) doivent faire considérer comme le plus exact.

Poids de l'atome du chlorure d'or,	380 ;
Poids de l'atome du chlorure de sodium,	73 ;
Poids de l'atome d'eau,	11,2.

On trouve qu'un chlorure triple qui serait formé de 1 atome de chlorure d'or, 1 atome de chlorure de sodium et de 8 atomes d'eau, aurait pour élémens ;

Chlorure d'or,	70,0 ;
Chlorure de sodium,	13,4 ;
Eau,	16,6.

Les résultats obtenus par l'expérience directe sont trop rapprochés des résultats fournis par le calcul, pour ne pas attribuer leurs différences aux erreurs inséparables des opérations faites sur de petites quantités. On peut en conséquence avancer que la constitution des cristaux qui font le sujet de cette note fournit une nouvelle raison de les considérer comme une combinaison, comme un chlorure triple, plutôt que comme un simple mélange de deux chlorures.

Du reste, le Mémoire de M. Pelletier est rempli de faits trop concluans, d'expériences trop délicates pour que je n'éprouve pas un sentiment de crainte en publiant ces observations.

---

(1) *Annales de Chimie*, t. XVII, p. 337.

EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 4 février 1822.

M. PERCY fait un rapport sur un *Mémoire* de M. Maingault *relatif à diverses amputations des membres représenteés dans des planches lithographiées.*

Les dessins de M. Maingault sont de grandeur naturelle, et se font distinguer par la pureté et la correction. La lithographie, disent les commissaires, n'avait peut-être rien produit encore de si parfait, de si profondément exprimé.

M. Fourier lit un *Mémoire* intitulé : *Observations relatives aux Mémoires que M. Poisson a présentés sur la théorie mathématique de la chaleur.*

M. Brice annonce qu'il a déposé dans la Bibliothèque un nouvel instrument uranographique.

M. Contarini consulte l'Académie sur une méthode employée au cadastre d'Italie. La lettre est renvoyée à l'examen d'une Commission.

Séance du lundi 11 *février.*

Le Ministre de l'Intérieur demande qu'une Commission soit nommée dans le sein de l'Académie pour examiner les pèse-liqueurs que M. Gay-Lussac et M. Benoît, officier d'État-Major, ont présenté à la Régie des contributions indirectes. La Commission nommée au scrutin se composera de MM. Berthollet, Thenard, Chaptal, Arago et Charles.

MM. Lamé et Clapeyron adressent un *Mémoire sur la Stabilité des voûtes, et principalement sur leur point de rupture.* (Il sera fait un rapport à ce sujet.)

M. Pelletan annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. Hallé.

M. Brongniart lit un *Mémoire sur quelques terrains d'eau douce de la Suisse et de l'Italie.*

M. Double dépose sur le bureau un *Mémoire* intitulé : *Observations et indications diverses du sulfate de quinine.*

M. Fourier donne verbalement quelques détails sur le transport du zodiaque de Denderah à Paris. Il est résulté de la comparaison qu'on a faite de ce zodiaque avec le dessin de MM. Jolois et de Villers inséré dans la *Description de l'Egypte*, que ces deux habiles ingénieurs ont porté, dans ce travail extrêmement compliqué une exactitude qui leur fait le plus grand honneur.

M. Taddei lit un *Mémoire sur l'Action que les sels à base de deutoxide de mercure exercent sur le sulfure du même métal.* (Nous ferons connaître le rapport des commissaires.)

Séance du lundi 18 *février.*

M. Sorlin présente un *Mémoire sur la Trigonométrie et la Gnomonique.*

M. Double lit le Mémoire qu'il avait déposé, dans la dernière séance, *sur les Effets du sulfate de quinine dans le traitement de plusieurs maladies.* (Nous parlerons de ce Mémoire après que les commissaires nommés par l'Académie auront fait leur rapport.)

M. Ampère communique une lettre de M. le Baillif

sur les piles galvaniques sèches que ce physicien observe depuis long-temps. M. le Baillif prétend que ses piles s'arrêtent quand il y a des tremblemens de terre, alors même que les lieux où les secousses se font sentir sont très-distans de Paris. Le président invite M. Ampère à examiner de nouveau avec attention les phénomènes dont il vient de parler, et à communiquer à l'Académie les remarques qu'il pourra avoir l'occasion de faire à ce sujet.

Séance du lundi 25 février.

Une lettre de M. Benoît sur les pèse-liqueurs est renvoyée à la Commission nommée pour cet objet.

Divers membres font des communications sur le tremblement de terre qu'on a ressenti à Lyon le 19 février dernier. Nous avons publié, dans le précédent Cahier, une note de M. Arago extraite du regître d'observations magnétiques de l'Observatoire. Il nous suffira donc d'ajouter ici quelques détails que M. Biot a communiqués à l'Académie.

Ce savant a annoncé qu'étant couché, le 19 février dernier, dans une des chambres de l'Observatoire du Collége de France, qui est un bâtiment fort élevé et isolé au-dessus du reste de l'édifice, il ressentit distinctement, vers huit heures trois quarts, un mouvement oscillatoire très-marqué, dont la durée fut d'environ deux secondes. Le fils de M. Biot, qui était couché dans la même chambre, ressentit aussi ce mouvement; M. Biot ajoute qu'il en parla, le jour même et les jours suivans, à plusieurs personnes.

Dans sa communication verbale devant l'Académie,

M. Biot avait indiqué la direction du *sud-sud-ouest* au *nord-nord-est*, comme celle de la secousse. Dans la note manuscrite que j'ai sous les yeux, je trouve qu'elle *parut dirigée à-peu-près du sud au nord.* L'observation de M. Arago a prouvé que le mouvement s'était propagé dans la direction du *sud-sud-est* au *nord-nord-ouest.* Je fais remarquer ces différences pour montrer qu'il ne faut pas accorder trop de confiance aux directions qu'on assigne aux secousses quand le résultat ne se fonde pas sur l'observation d'un instrument.

Au nom d'une Commission, M. Latreille fait un rapport sur le *Mémoire* de M. Desmarest *relatif aux crustacés.*

Les commissaires ont la conviction que M. Desmarest a tiré le parti le plus avantageux des faibles moyens qui étaient en son pouvoir; que son travail a exigé de nombreuses et profondes recherches; qu'il sera très-utile, et qu'il est digne de l'approbation de l'Académie.

M. Portal lit un *Mémoire sur les Fièvres typhoïdes.*

M. Desmoulins lit un *Mémoire sur la Distribution géographique des animaux.* (Nous ferons connaître le rapport des commissaires.)

Observations *sur le Mémoire de M.* Anglada *ayant pour titre :* Sur le Dégagement du gaz azote du sein des eaux sulfureuses.

Par M. Lonchamp.

M'étant rendu, au printemps, dans le département des Hautes-Pyrénées pour y faire l'analyse des eaux

minérales de Barèges, Saint-Sauveur et Cauterets, je viens de lire, à mon retour à Paris, le Mémoire de M. Anglada imprimé dans le tome XVIII, page 113, des *Annales de Chimie et de Physique.* Ce professeur a pour but principal de présenter une théorie qui fasse connaître la cause pour laquelle les eaux minérales sulfureuses donnent, à leur source, un dégagement plus ou moins considérable de gaz azote. Cette théorie ne me paraît pas fondée. La discussion que je vais établir aura certainement un résultat avantageux. Ou M. Anglanda présentera de nouvelles considérations pour appuyer son opinion, et si elles sont justes, la science y gagnera; si, au contraire, mes objections détruisent la nouvelle théorie présentée, ce sera une erreur de moins qui s'accréditera.

M. Anglada pose d'abord en principe que toutes les eaux minérales sulfureuses dégagent de l'azote à leur source. Je serais porté à partager cette opinion, car c'est une observation que j'ai également faite pour les sources sulfureuses des Hautes-Pyrénées; cependant il ne faudrait pas se hâter de généraliser. Nous ne voyons pas, par exemple, que Fourcroy, qui a donné un travail si précieux sur les eaux d'Enghien, ait observé aucun dégagement de gaz à la source : or, ce phénomène l'eût certainement frappé s'il eût existé.

MM. Garnet, Stromeyer et Monheim, qui ont également reconnu que plusieurs sources sulfureuses présentent un dégagement de gaz azote, ont trouvé que ce gaz était mêlé d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré gazeux; au contraire, M. Anglada n'a obtenu que du gaz azote parfaitement pur. Mon travail sur les eaux des Hautes-Pyrénées me donne l'avantage de me trouver d'ac-

cord avec lui sous ce rapport : « Mais, dit-il (page 123), » j'ai été d'autant plus surpris de ne pas trouver le gaz » azote mélangé des gaz acide carbonique et hydro-sul- » furique, que, dans toutes les eaux sulfureuses que » j'ai examinées, j'ai reconnu la présence d'un sous- » carbonate et d'un hydro-sulfate alcalin. » Ici, mes résultats diffèrent de ceux de M. Anglada. Les eaux sulfureuses des Hautes-Pyrénées ne contiennent pas vestige d'acide carbonique, quoique de prétendues analyses de ces eaux qui ont été publiées y en admettent. L'alcali est à l'état caustique dans les eaux de Barèges, Cauterets, etc., et la carbonatation est le produit de l'évaporation à l'air libre. En serait-il de même pour les eaux des Pyrénées orientales, qui ont été l'objet exclusif des observations de M. Anglada ? Quant au soufre, je suis porté à croire qu'il y en a une certaine portion qui n'est point saturée d'hydrogène ; en un mot, que ces eaux contiennent un mélange de sulfure hydrogéné et d'hydro-sulfure. C'est un point que je développerai dans l'analyse des eaux de Barèges que je vais donner.

M. Anglada ayant fait bouillir des eaux sulfureuses au moment où elles venaient d'être puisées, recueillit du gaz azote pour produit de cette distillation. Ce résultat le porta, dit-il, à soupçonner que ce gaz ne se trouvait pas seul dans l'eau ; mais que celle-ci contenait de l'air atmosphérique, dont l'oxigène, pendant l'ébullition, s'était porté sur le soufre. Pour vérifier si cette conjecture était exacte, il versa une dissolution de plomb dans son eau avant que de la soumettre à la distillation, et cette eau, ainsi dépouillée de son soufre, ne donna plus par la chaleur du gaz azote pur, mais un mélange de ce gaz

et d'oxigène. D'après ce résultat, M. Anglada établit sa théorie sur le dégagement de l'azote à l'émergence des eaux sulfureuses. Il pense qu'il y a dans l'intérieur de la terre des courans d'air; que cet air se mêle avec l'eau; que, dans le trajet, une partie de l'oxigène se combine au soufre, et que l'azote, qui n'est que peu soluble dans l'eau, se dégage au moment où celle-ci arrive à la surface de la terre. Considérant que plusieurs eaux minérales seulement alcalines, et non sulfureuses, dégagent de l'azote à leur source, M. Anglada pense que, dans ce cas, l'oxigène s'est combiné avec une matière charbonneuse quelconque que l'eau devait tenir en dissolution; qu'il y a eu par conséquent formation d'acide carbonique, lequel s'est combiné avec l'alcali. L'azote, comme dans le cas des eaux sulfureuses, ne pouvant se dissoudre dans l'eau, se dégage au griffon de la source.

Pour qu'une théorie soit vraie ou seulement vraisemblable, il faut qu'elle embrasse dans son explication tous les cas de même nature. Voyons si c'est là le caractère de la théorie de M. Anglada. Ce professeur admet, comme nous l'avons vu, des courans d'air dans l'intérieur de la terre (1), et l'air qu'ils amènent se mélange avec l'eau sulfureuse ou alcaline. Mais ces courans sont sans doute admis par M. Anglada dans toute l'écorce de

---

(1) Si les objections de M. Lonchamp ne portaient que sur les courans d'air intérieurs, il serait facile d'y répondre. Ces courans, en effet, ne sont pas nécessaires à la théorie de M. Anglada, puisque les eaux de pluie contiennent de l'air en dissolution, et que ces eaux sont l'aliment naturel des réservoirs souterrains. (R.)



notre globe; car les admettre seulement dans les lieux où sourdent les eaux dont nous nous occupons serait une absurdité : or, si ces courans souterrains d'air existent par-tout, s'ils sont par-tout entraînés par les eaux, il faut que toutes les sources, minérales ou autres, dégagent de l'azote au point où elles sourdent : cependant tout le monde sait qu'il n'en est pas ainsi. La théorie de M. Anglada explique donc un cas sur mille, et elle est positivement contraire aux neuf cent quatre-vingt-dix-neuf autres : il n'est par conséquent pas probable que les chimistes soient disposés à l'admettre.

Je vais encore présenter une considération pour achever de détruire, par le simple raisonnement, la théorie que je réfute. Je ferai voir, par des considérations particulières que je développerai dans mon analyse des eaux des Hautes-Pyrénées, que le bassin souterrain des eaux de Barèges, par exemple, doit être à une profondeur de plusieurs milliers de toises. D'un autre côté, si l'on adopte les idées très-probables de M. de Laplace sur les causes de la chaleur des eaux thermales, le bassin souterrain de la source d'Arles, dont l'eau a servi aux expériences de M. Anglada, devrait être à 1600 mètres de profondeur, et par conséquent l'eau, dans ce bassin, serait comprimée par une colonne équivalente à cent cinquante atmosphères : or, M. le professeur de Montpellier n'a retiré de ces eaux sulfureuses que moins de $\frac{1}{300}$ de leur volume d'oxigène : y a-t-il un seul chimiste qui puisse douter qu'une petite quantité d'oxigène, comprimée dans une eau par cent cinquante atmosphères, et trouvant dans cette eau de l'oxigène et du soufre en beaucoup plus grande quantité qu'il ne lui en faut pour se saturer, se refuse à toute

combinaison, et y reste libre? Telle est cependant la conclusion à tirer de la théorie que l'on nous présente pour expliquer les causes du dégagement de l'azote du sein des eaux sulfureuses.

Mais ce qui renverse toutes les idées que nous avons sur les principales causes de la combinaison des corps gazeux, soit entre eux, soit avec les autres corps, c'est que M. Anglada, qui ne remarque pas que si les eaux sulfureuses contiennent de l'oxigène, cet oxigène a dû être poussé à la combinaison par la pression plus ou moins forte à laquelle il était soumis dans le sein de la terre, admet que la chaleur appliquée à ces eaux renfermées dans une cornue provoque cette combinaison. Cette manière d'envisager les causes de la combinaison des corps gazeux est toute particulière à M. Anglada, et je doute que, dans l'état actuel de la science, aucun chimiste soit porté à l'adopter.

Si des considérations générales ou théoriques nous passons aux résultats de l'expérience, nous voyons qu'ils sont également contraires à la théorie qui nous est présentée.

L'on se rappelle que cette théorie a pour seule base le produit gazeux de la distillation des eaux, qui, d'après M. Anglada, est de l'azote pur, dans le cas où elles sont distillées seules, et qui, au contraire, est un mélange d'azote et d'oxigène lorsque, avant de les soumettre à la distillation, on a préalablement séparé le soufre par un sel de plomb. J'ai des résultats qui ne confirment pas ceux de M. Anglada : les voici :

Si l'on fait bouillir de l'eau de Barèges dans un appareil où elle soit privée du contact de l'air, cette eau ne

change en rien de nature; après deux heures d'ébullition, elle précipite les sels de plomb comme elle les précipitait à la source (1). Or, si l'expérience de M. Anglada était exacte, je n'aurais pas dû avoir ce résultat; car, suivant lui, la chaleur aurait dû faire porter l'oxigène qu'il admet dans les eaux sulfureuses sur le soufre, et celui-ci n'aurait plus été dénoté par le plomb.

Mais s'il était vrai qu'il pût exister de l'oxigène dans les eaux sulfureuses sans qu'il réagît sur le soufre, la conclusion naturelle de ce fait serait que ces eaux, exposées au contact de l'air, ne devraient pas changer de nature. Car, comment M. Anglada pourrait-il concevoir que le soufre n'agirait pas sur de l'oxigène qu'il touche, pour ainsi dire, molécule à molécule, tandis qu'il porterait son action sur celui de l'air, avec lequel il n'a que le seul contact de la surface du liquide? Or, l'eau de Barèges, qui est la plus sulfureuse de toutes celles que j'ai examinées dans les Hautes-Pyrénées, ne contient plus vestige de soufre dissous par l'hydrogène après vingt-quatre heures d'exposition à l'air; et l'on peut facilement suivre ce changement de nature du soufre, en essayant l'eau toutes les trois ou quatre heures; chaque essai successif par les sels de plomb indique moins de soufre que le précédent. Si à la présence de l'air, vous joignez l'agitation, et que vous multipliez ainsi les points de contact, vous avez un changement de nature bien plus prompt. En voici un exemple frappant :

(1) Toutefois le précipité est un peu moins abondant parce que l'ébullition entraîne du soufre, quoiqu'il y ait dans la liqueur un grand excès d'alcali caustique libre.

Il existe à Cauterets une source désignée par le nom de *Bruzaut*, son propriétaire. Cette eau sourdant sur un point très-élevé au-dessus du bourg, et la montée étant très-rapide et fatigante, on imagina de descendre les eaux au moyen de tuyaux de grès; mais comme ils sont d'une trop grande capacité eu égard au produit de la source, cet excès de capacité est rempli par l'air: aussi tout le soufre que l'eau contenait a-t-il changé de nature dans le trajet, qui cependant se fait en moins d'un quart d'heure; car la distance parcourue n'est pas de 500 mètres, et sa chute est au moins d'un décimètre par mètre.

Il n'existe donc point d'oxigène dans les eaux sulfureuses, et M. Anglada aura probablement été induit en erreur lorsqu'il a cru en obtenir de la distillation de ses eaux après y avoir ajouté un sel de plomb. Mais j'ai fait voir qu'indépendamment de ce fait, nous ne pourrions pas admettre la théorie présentée par M. Anglada. La cause du dégagement de l'azote au griffon de certaines sources reste donc à expliquer.

La nature des eaux minérales, les phénomènes qu'elles présentent à leur point d'émergence, la nature et l'état des substances qui entrent dans leur composition, tous ces objets ont été le motif d'un grand nombre de théories ou de suppositions erronées. Les lois qui régissent le calorique, la lumière, l'électricité, et les affinités chimiques, ont été méconnues ou bouleversées pour expliquer des phénomènes très-simples, ou plus souvent encore des faits mal observés; car l'esprit d'observation est certainement celui qui se rencontre le moins souvent parmi les hommes; et c'est pour ce motif que les sciences,

telles que la chimie et la médecine, qui sont basées sur l'observation, sont dans une fluctuation continuelle. Chargé de l'analyse des eaux minérales du royaume, je recherche ce qui peut m'éclairer dans mon travail, et me mettre un jour sur la voie de la vérité. On me pardonnera donc, par ce motif, les observations que j'ai présentées, dans l'intérêt de la science, sur une théorie qui ne me semble pas fondée, et qui a pour but d'expliquer un des phénomènes les plus extraordinaires, et qui mérite d'attirer l'attention des chimistes et des géologues.

MÉMOIRE *sur un Dépôt trouvé dans les eaux de Lucca.*

Par Sir HUMPHRY DAVY.

(Tiré des *Mémoires de l'Académie de Naples.*)

LES eaux des bains de Lucca, dans les points où leur température est la plus grande, c'est-à-dire, dans la partie appelée les *Bains chauds*, lancent (*eject*) en quantités considérables une substance qui produit des dépôts d'une teinte jaune-brunâtre. Ayant recueilli quelques parties de cette substance, j'ai trouvé, en les soumettant à l'analyse chimique, qu'elle est un composé d'oxide de fer et de silice. La quantité d'oxide me parut être à celle de la silice dans le rapport de 4 à 3. Je dois cependant faire remarquer que ce résultat a été déduit d'une seule

expérience, et que la balance imparfaite dont je pouvais disposer ne me permettait guère d'arriver à une grande précision.

Il est extrêmement probable que la silice et l'oxide de fer avaient été dissous ensemble dans l'eau et déposés ensuite simultanément. En effet, quand on sépare la silice de l'oxide de fer à l'aide d'un acide faible, elle a l'aspect de la gélatine ; ajoutons que le dépôt, dans son état naturel, paraît un composé parfaitement uniforme alors même qu'on l'examine avec un verre grossissant.

L'oxide de fer que je tirai de ces eaux était le peroxide; il est toutefois très-probable qu'il y existe à l'état de protoxide, et qu'il est converti en peroxide par l'action de l'air dissous. Une circonstance qui ajoute à la probabilité de cette opinion, c'est que la couleur de l'eau n'est changée ni par l'addition du prussiate triple de fer, ni par celle de l'acide gallique. ....

L'analogie que j'avais établie durant mes recherches sur la composition des alcalis et des terres, entre la base de la silice et celle de l'acide borique; les faits décrits par MM. Smithson et Berzelius conduisent à classer la silice parmi les acides. Il paraît donc probable que la silice et l'oxide de fer étaient à l'état de combinaison chimique dans l'eau chaude, et qu'ils ne s'en séparaient qu'en conséquence du refroidissement qu'éprouve le liquide à sa sortie du sein de la terre.

Quand on se procure le dépôt en laissant séjourner l'eau dans un vase propre, on voit aisément qu'il ne contient que de l'oxide de fer et de la silice. Quand on le recueille au fond des bains, on le trouve mélangé de carbonate de chaux et de sable. Ces deux substances sont évidemment

étrangères. Je suis convaincu, d'après un grand nombre d'expériences que j'ai faites, que l'eau, après qu'elle a quitté sa source, ne dépose rien; mais il paraît certain que l'eau, qui, à sa sortie, a une température de 44°,5 centigrades, devait être plus chaude dans l'intérieur de la montagne, et avoir conséquemment une plus grande force dissolvante.

M. Battista Tessandori a trouvé que si une grande quantité de cette eau est évaporée, il se forme un dépôt d'oxide de fer et de silice. J'ai reconnu, par expérience, que ces deux substances y existent au même état et dans les mêmes proportions que dans le dépôt naturel jaune-brunâtre.

Dans les eaux des bains, on trouve une petite quantité d'oxide de fer qui est aussi accompagnée de silice. Cette terre, suivant toute apparence, est, dans beaucoup de cas, la cause de la dissolution de l'oxide de fer dans l'eau. Ces faits combinés conduisent à une explication probable de la formation de l'ochre. Quant aux effets des combinaisons d'oxide de fer et de silice sur l'économie animale, ils sont entièrement du ressort de la médecine, et ils ne pourront être appréciés que par des expériences longues et bien dirigées.

Sur *les Facultés lumineuses et calorifiques du gaz oléfiant, du gaz extrait du charbon de terre, et du gaz que fournit la décomposition de l'huile.*

Les résultats que nous allons rapporter sont extraits d'un Mémoire de M. Brande qui a paru dans les *Tran-*

sactions philosophiques. Nous commencerons par les expériences relatives au *gaz oléfiant pur.*

Un jet de ce gaz qui s'échappait par une ouverture ayant $\frac{1}{60}$me de pouce anglais de diamètre, sous la pression de $\frac{1}{2}$ pouce d'eau, *donnait, quand on l'enflammait, une lumière égale à celle d'une bougie ordinaire, lorsque la dépense du gaz, par heure, s'élevait à* 640 pouc. cubes angl.

Avec le gaz extrait de l'huile, ce même jet égalait la bougie *quand la dépense par heure* se montait à 800 pouces cubes.

M. Brande employait, dans ses essais, des bougies de quatre à la livre.

Dans l'expérience suivante, M. Brande alluma simultanément 12 jets de $\frac{1}{60}$ de pouce, disposés circulairement sur un anneau de $\frac{7}{10}$me de pouce en diamètre. Il couvrit cette flamme composée d'une cheminée *cylindrique* semblable à celles des lampes d'Argand, et régla l'ouverture des robinets de manière qu'il n'y eût point de fumée. La pression qui déterminait la sortie du gaz oléfiant était, comme tout-à-l'heure, de $\frac{1}{2}$ pouce d'eau. Il reconnut ainsi que *la flamme composée* fournissait une lumière égale à celle de *dix bougies* lorsque la consommation de gaz oléfiant, par heure, se montait à 2600 pouces cubes.

Nous avons trouvé plus haut qu'*un simple jet* donnait la lumière d'une bougie par une consommation de 640 pouces cubes.

Ce nombre, multiplié par 10, donne 6400 pouces. Telle serait la quantité de gaz, par simples jets, qui semblerait devoir correspondre à *dix bougies.* L'expérience directe n'a donné que 2600 pouces; la quantité

de lumière qu'a fournie un volume déterminé de gaz a donc augmenté dans un très-grand rapport, par cela seul qu'on a fait brûler plusieurs jets les uns à côté des autres (1).

D'après M. Brande, on produit pendant une heure

(1) Pour avoir le droit d'assurer que le rapprochement des jets enflammés a contribué pour beaucoup à augmenter la quantité de lumière produite, il aurait fallu que le jet simple se trouvât soumis, comme chacun de ceux dont se composait le jet multiple, à l'influence du courant d'air déterminé par une cheminée de verre; ou bien que la combustion, dans les deux cas, se fît à l'air libre et sans cheminée, conditions auxquelles M. Brande ne s'est nullement astreint.

Franklin avait remarqué depuis long-temps que si l'on place les flammes de deux chandelles en contact, on obtient sur-le-champ plus de lumière qu'en les laissant brûler séparément à distance, et il attribuait déjà cet effet à l'augmentation de température qu'amène nécessairement le rapprochement des flammes.

M. de Rumford, en perfectionnant cette expérience, montra qu'une lampe formée de plusieurs mèches plates rapprochées les unes des autres de manière à se communiquer mutuellement de la chaleur, donne considérablement plus de lumière pour une dépense d'huile déterminée, que l'ensemble de ces mêmes mèches brûlant séparément. Il résulte de là que durant la combustion d'une mèche plate à l'air libre il se vaporise beaucoup d'huile en pure perte.

Il était naturel de penser qu'en opérant sur des lampes à double courant d'air, on trouverait que là perte de combustible y est sensiblement moindre. Nous avons reconnu, en effet, M. Fresnel et moi, qu'on peut former un bec à deux mèches concentriques qui, recouvert d'une cheminée convenable, donne, dans les circonstances les plus avantageuses,

une quantité de lumière égale à celle de *dix bougies*, en brûlant :

2600 pouces cubes anglais de gaz oléfiant pur ;
4875................. de gaz extrait de l'huile ;
13120................. de gaz tiré du charbon de terre.

Dans les épreuves faites avec le gaz extrait de l'huile,

---

une lumière égale à celle de *cinq* lampes de Carcel pour une consommation d'huile correspondante seulement à celle de *quatre et demie* de ces lampes. Jamais nous n'avons pu gagner davantage. J'ajouterai même que, dans des becs à trois et à quatre mèches concentriques donnant l'éclat de dix et de vingt quinquets ordinaires, nous avons toujours trouvé, en prenant les lampes d'Argand construites par Carcel comme terme de comparaison, que la quantité d'huile consommée est à très-peu près proportionnelle à la quantité de lumière produite.

Les lampes d'Argand dont on se sert en Angleterre m'ont paru en général moins brillantes que les lampes de Carcel. La supériorité de ces dernières doit tenir en grande partie à la manière ingénieuse dont la mèche y est abreuvée d'huile ; mais je me trompe fort si la forme cylindrique qu'ont la plupart des cheminées construites chez nos voisins n'y a pas aussi une bonne part. Nous nous sommes assurés que le *coude* de la cheminée exerce, par sa forme et par sa position, une influence très-notable sur la blancheur et la vivacité de la flamme.

Peut-être, à cette occasion, ne sera-t-on pas fâché de trouver ici les résultats des expériences photométriques que M. de Rumford avait faites.

Une lampe d'Argand ordinaire, brûlant avec tout son

M. Brande a employé l'appareil à douze jets de $\frac{1}{60}$ de pouce chacun, qui lui avait servi pour le gaz oléfiant pur.

éclat, donne environ autant de lumière que *neuf bonnes chandelles* bien mouchées.

Représentons l'intensité de la lumière que donne une chandelle commune bien mouchée par........... 100

En 11 minutes, si on cesse de moucher la chandelle, cette intensité sera réduite à............... 39

En 19 minutes, à......................... 23

En 29 minutes, à......................... 16

Si la chandelle est mouchée ensuite de nouveau, la lumière redevient......................... 100

Dans une bougie, les variations ordinaires d'intensité sont comprises entre 100 et 60.

Les poids comparatifs de diverses substances combustibles qu'il faut brûler pour obtenir une même quantité de lumière pourront être calculés par la table suivante :

		Poids de combustible brûlé
Cire d'abeille.	La bougie est toujours bien mouchée.............................	100
Suif.	La chandelle toujours bien mouchée.................	101
	La chandelle ayant toujours une longue mèche.........	229
Huile d'olive.	Dans une lampe d'Argand ordinaire.................	110
	Dans une lampe commune, à flamme large, claire et sans fumée...................	129
Huile de navette.	Dans la lampe commune...	125
Huile de lin.	Dans la lampe commune...	120.

On voit, par cette table, combien la consommation de suif est plus considérable quand une chandelle n'est pas mouchée.

Mais l'expérience ayant appris que les ouvertures doivent être considérablement plus larges pour que le gaz extrait du charbon de terre brûle convenablement, on allumait simultanément, dans les essais faits avec ce dernier gaz, douze jets de $\frac{1}{30}$ de pouce chacun, disposés sur le contour d'un anneau circulaire de $0^{pouce},9$ de diamètre.

Un mélange de trois parties de gaz oléfiant et d'une partie d'hydrogène donne la même lumière que le gaz extrait de l'huile.

Pour essayer les facultés calorifiques de ces diverses espèces de flammes, on alimentait successivement la lampe à douze jets dont nous avons parlé avec le gaz de l'huile, avec celui du charbon de terre et avec le gaz oléfiant. Au-dessus de la cheminée, mais à une telle distance que la flamme ne perdît rien de son éclat, on plaçait un petit vase en cuivre de 5 pouces de diamètre et de $2\frac{1}{2}$ pouces de profondeur, légèrement concave à sa surface inférieure. Ce vase, rempli d'eau, renfermait un thermomètre; une petite ouverture donnait issue à la vapeur. L'expérience était finie quand le liquide entrait en ébullition. Voici les résultats :

L'eau était primitivement à $+10°$ centigrades. Pour la porter de cette température à celle de $100°$, on a brûlé :

870 pouces cubes de gaz oléfiant ;
1300.............. de gaz tiré de l'huile ;
2190.............. de gaz du charbon de terre.

La lumière de la flamme produite par un jet de gaz oléfiant, concentrée au foyer d'une lentille plano-convexe,

sur la boule d'un petit thermomètre à mercure, occasionait en cinq minutes une ascension de 2°,5 centigrades. Quant à la lentille de verre elle-même, quoiqu'elle fût épaisse, sa température n'augmentait pas.

Cette expérience, dit M. Brande, d'accord avec celles de Maycock et de Laroche, prouve que les rayons calorifiques qui émanent des corps combustibles communs sont capables de traverser les milieux diaphanes comme les rayons calorifiques du soleil (1).

Il est un assez grand nombre de substances chimiques que l'action de la lumière modifie. Quand un mélange de

---

(1) C'est à tort, je crois, que M. Brande cite MM. Maycock et de Laroche comme ayant observé les premiers la propriété dont jouissent les rayons calorifiques émanés des corps combustibles communs de traverser les milieux diaphanes. Voici, si je ne me trompe, l'ordre chronologique des découvertes expérimentales qui ont été faites dans cette branche importante de la physique :

En 1679, Mariotte trouva que les rayons calorifiques émanés d'un grand feu de charbon diffèrent par leurs propriétés des rayons calorifiques du soleil. Il résultait en effet des expériences qu'il rapporte, « que la lumière et la cha» leur de cet astre passent avec une égale facilité à travers le » verre et les autres corps transparens... ; mais que la lu» mière du feu passe facilement à travers le verre, tandis » que sa chaleur n'y passe point, *ou bien n'y passe que très» peu.* »

En 1726, Dufay, de l'Académie des Sciences, confirma, par des expériences nouvelles, le fait capital découvert par

chlore et d'hydrogène, par exemple, est exposé aux rayons directs du soleil, il se forme aussitôt de l'acide muriatique; mais ces deux mêmes gaz n'agissent pas l'un

---

Mariotte, et il établit de plus que la chaleur rayonnante qui émane d'un *feu* commun, traverse le verre dans d'assez fortes proportions pour enflammer diverses substances au foyer d'un miroir réfléchissant.

En 1777, Scheele, qui n'avait probablement connu ni les expériences de Mariotte ni celles de Dufay, annonça, dans son célèbre *Traité sur le Feu*, que le verre *intercepte en entier* la chaleur des *feux* terrestres. Mais de nombreuses observations faites depuis cette époque par une multitude de physiciens ont toutes confirmé le résultat de Dufay.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que de la chaleur rayonnante émanée des corps incandescens. La chaleur qui s'échappe des corps non lumineux, et que, par cette raison, on appelle *chaleur rayonnante obscure*, a été également étudiée avec soin. L'expérience prouva bientôt qu'un thermomètre monte quand il est placé, par exemple, en face d'un matras rempli de mercure échauffé, alors même que les rayons de chaleur ne peuvent aller du matras au thermomètre qu'en traversant une lame de verre plus ou moins épaisse. Tout le monde s'accorda sur le fait : l'explication seule était différente. Les uns soutenaient qu'une partie de la chaleur obscure traversait le verre à la manière des rayons lumineux, et était la principale cause de l'augmentation de température qu'on observait du côté opposé. D'autres croyaient que la lame de verre arrêtait la totalité des rayons calorifiques partis du matras, et que le rayonnement propre de la lame échauffée devenait ensuite la cause de la marche ascendante du thermomètre. Les observations de M. Maycock que

sur l'autre lorsque le bocal qui les renferme est seulement éclairé par la lumière diffuse de l'atmosphère (1).

M. Brande rapporte qu'ayant exposé un mélange formé de parties égales de chlore et d'hydrogène, renfermé dans

---

M. Brande a citées montrèrent d'abord l'insuffisance de cette dernière explication. Peu de temps après (août 1810), M. le professeur Prévost parvint à séparer les effets de la chaleur rayonnante immédiatement transmise, de ceux qui étaient dus au réchauffement de l'écran, d'abord en employant des écrans de verre mobiles qu'il renouvelait fréquemment et sans leur laisser le temps de se réchauffer; secondement en employant comme écran une mince lame d'eau coulant constamment. Ces deux ingénieuses expériences prouvèrent ainsi, de la manière la plus directe, que *la chaleur rayonnante obscure est susceptible de traverser des écrans diaphanes de verre et d'eau.* M. de Laroche compléta ensuite (juin 1811) nos connaissances sur cette matière par la démonstration expérimentale des deux principes que je vais énoncer:

La quantité de chaleur rayonnante qui traverse immédiatement le verre est d'autant plus grande relativement à celle qui est admise dans la même direction, que la température de la source qui l'émet est plus élevée.

Les rayons calorifiques qui ont déjà traversé un écran de verre éprouvent, en traversant un second écran semblable, une déperdition proportionnellement beaucoup moins considérable que dans leur passage au travers du premier.

(1) Les derniers journaux américains rapportent un fait qui est en contradiction directe avec cette opinion, généralement admise, que la lumière diffuse de l'atmosphère n'est pas capable de déterminer d'explosion dans un mélange de

une boule de verre mince, à l'action de la vive lumière émanée d'une large flamme alimentée par du gaz oléfiant, il ne trouva pas, au bout de quinze minutes, qu'il se fût manifesté aucun effet chimique. Un foyer très-brillant produit par la même espèce de lumière n'altéra pas non plus au moindre degré la blancheur du muriate d'argent. M. Brande répéta ensuite les mêmes expériences par le procédé suivant : La petite boule renfermant le mélange de chlore et d'hydrogène fut placée à la distance d'un pouce de deux pointes de charbon qu'on avait adaptées aux extrémités de deux fils métalliques. Ces fils aboutissaient, l'un au pole positif et l'autre au pole négatif d'une pile de Volta composée de cent couples et fortement chargée. Tout le monde sait qu'en mettant les deux charbons d'un tel appareil en contact, il se produit sur-le-champ une vive lumière; mais personne avant

---

chlore et d'hydrogène. Voici les circonstances de l'expérience :

Une bouteille ordinaire à huile, bien nettoyée, renfermait du chlore. M. le professeur Silliman était occupé à y introduire aussi de l'hydrogène, lorsqu'il se produisit une forte explosion accompagnée d'un dégagement de lumière très-apparent. Les fragmens de la bouteille furent lancés au plafond : le goulot seul resta dans la main de l'opérateur. « Or, non-seulement aucun rayon de lu-
» mière *directe* ne pouvait parvenir à la place qu'occupait
» M. le professeur Silliman, mais la lumière *diffuse* elle-
» même était d'une extrême faiblesse, le firmament se trou-
» vant alors accidentellement couvert d'une épaisse couche
» de nuages obscurs, chargés de neige. »

M. Brande n'avait remarqué que cette lumière est assez intense pour déterminer une action chimique du chlore sur l'hydrogène. Le plus souvent, dans les expériences du savant anglais, un intervalle de cinq minutes était nécessaire pour que les deux gaz se combinassent complètement. Il arriva cependant, dans deux cas, que l'apparition de la lumière électrique occasiona une explosion, comme le fait toujours la lumière directe du soleil.

« N'ayant jamais pu, dit notre auteur, produire un » semblable effet à l'aide d'une autre espèce de lumière » terrestre, quelle que fût d'ailleurs son intensité, il m'est » impossible de ne point supposer que le phénomène » dépend de quelque propriété particulière dont les » lumières solaire et électrique jouissent exclusi- » vement (1). »

---

(1) Ce résultat, en le supposant appuyé de preuves démonstratives, devrait, ce me semble, être rangé au nombre des plus curieuses découvertes de la physique moderne. Mais peut-on affirmer maintenant que ces preuves existent? Ne serait-il pas nécessaire, par exemple, de connaître bien précisément quelle était, relativement à la lumière électrique, l'intensité de ces autres lumières terrestres qui ne produisaient aucun effet chimique? Pendant des expériences dont M. le professeur de la Rive, de Genève, voulut bien me permettre d'être témoin, j'eus l'occasion, il y a déjà quelques années, de reconnaître qu'avec la pile de cet ingénieux physicien, deux charbons rendus incandescens, *dans le vide*, par le courant galvanique, sont, *à égalité de surface*, trois cents fois plus lumineux qu'une bougie.

Comme, en général, ces charbons ne brillent que dans une

petite étendue, je conviens qu'il sera toujours possible, soit en donnant à un autre corps lumineux des dimensions suffisantes, soit en rapprochant convenablement ce corps du globe qui renferme le chlore et l'hydrogène, soit enfin en s'aidant d'un miroir réfléchissant concave ou d'une loupe, de réunir sur un point quelconque de la masse des deux gaz mélangés, une lumière égale à celle qu'y envoient les deux charbons électriques : mais ces précautions même ne suffiraient pas pour établir sans contestation le principe énoncé par M. Brande. J'ai reconnu, en effet, à l'aide d'expériences qui seront prochainement insérées dans les *Annales*, que les actions chimiques de la lumière ne sont pas proportionnelles à son intensité; qu'un rayon isolé, par exemple, peut, en certaines circonstances, produire sur un point donné beaucoup plus d'effet qu'un faisceau de cent rayons semblables. Le seul moyen qui s'offre donc à l'esprit pour lever tous les doutes, est d'essayer comparativement les effets d'un charbon rendu lumineux par l'électricité, et ceux d'un charbon *de même étendue et de même intensité*, mais à l'incandescence duquel l'électricité n'aurait aucune part. Un charbon brûlant au milieu du gaz oxigène, comme dans les célèbres expériences de Lavoisier, remplirait probablement l'objet. On nous permettra, j'espère, de recommander cette recherche à l'attention des chimistes, si l'on remarque que la distinction établie par M. Brande, en la supposant fondée, nous mettrait sur la voie des causes qui déterminent l'émission de la lumière solaire.

De l'Influence de la Lune sur les saisons.

(Traduit d'un Mémoire de M. Olbers (1).)

La lune agit sur la terre d'une manière certaine et démontrée, car elle éclaire nos nuits, elle détourne un peu la terre de son orbite elliptique, elle occasione une petite oscillation à l'axe de la terre, elle produit le flux et le reflux de l'Océan, et un mouvement analogue, mais bien moindre, dans l'atmosphère. Mais on croit assez généralement depuis les temps les plus reculés, et même actuellement, qu'outre ces effets démontrés, la lune, selon ses différentes phases, exerce une grande influence sur le beau ou sur le mauvais temps, sur la santé de l'homme, sur les animaux, sur la végétation et sur les opérations chimiques. L'expérience seule peut nous éclairer sur cet objet; car il serait possible que la lune influât sur notre atmosphère par des forces différentes de son attraction et de sa lumière. Mais c'est l'expérience elle-même qui montre que les phases lunaires, et généralement les situations de la lune par rapport au soleil et à la terre, n'influent qu'infiniment peu sur le beau ou sur le mauvais temps, puisqu'on n'a pu découvrir aucune relation certaine entre eux, malgré des essais et des observations continués pendant un grand nombre d'années. Les résultats déduits d'une série d'observations météorologiques sont contredits par une autre série:

(1) M. Olbers, astronome célèbre de Bremen, à qui l'on doit la découverte des planètes *Pallas* et *Vesta*, est, de plus, un des meilleurs médecins de l'Allemagne.

nous citerons, par exemple, Howard, qui croyait avoir découvert que le baromètre monte le plus souvent dans les quadratures, et qu'il baisse dans le plus grand nombre des syzygies. Cotte, au contraire, auquel la météorologie doit beaucoup, et qui avait commencé par confirmer la remarque de Howard, trouve ensuite, par vingt années d'observations, que le baromètre se tient le plus haut dans les nouvelles lunes, et le plus bas dans les pleines lunes. MM. Lalande et Lamark ont tiré les conséquences les plus opposées de leurs observations, relativement aux effets du passage de la lune par le plan de l'équateur. Mais une preuve décisive de la petitesse de l'influence lunaire nous paraît résulter de ce que cette influence, produite par des forces quelconques, connues ou inconnues, doit être la plus grande possible entre les tropiques, et que cependant on n'en trouve aucune trace dans les pays équinoxiaux. Dans ces contrées, la chaleur, la pluie, les vents, etc. ne dépendent que de la distance du soleil au zénith, sans qu'il soit nécessaire d'avoir égard à la situation ou aux phases de la lune.

On sera encore plus convaincu de la petitesse de cette influence, en réfléchissant que les temps les plus opposés ont lieu au même instant, et par conséquent avec la même phase lunaire. On reconnaît ce fait avec la plus grande évidence lors des éclipses; car on obtient alors d'un grand nombre d'endroits des nouvelles sur le temps pendant l'éclipse. M. Bode, par exemple, a rassemblé les remarques faites pendant l'éclipse solaire du 18 novembre 1816; on y voit un mélange singulier de beau et de mauvais temps, répandu pendant ce jour sur une

grande partie de l'Europe. Le professeur Brandes ayant comparé d'une manière instructive et pénible les variations du temps qui ont eu lieu, en 1783, sur une grande partie de la surface de la terre, ne trouva aucun rapport aux phases lunaires ; et lorsqu'une variation du temps parut coïncider avec ces phases dans un endroit, des variations nulles ou opposées eurent lieu en d'autres contrées.

Les périodes de dix-huit et de dix-neuf ans ne font pas reconnaître une analogie sensible dans les variations du temps, pendant les années distantes de ces intervalles.

Quelques-uns prétendent avoir remarqué des effets sensibles produits par le lever de la lune et par sa culmination ; mais les phénomènes cités par eux, ou ne prouvent pas cette influence ou sont inexacts. Plusieurs de nos marins soutiennent aussi que la pleine lune, en se levant, dissipe les nuages ; mais ce préjugé doit son origine à ce que les nuages disparaissent communément pendant une soirée tranquille, et par conséquent aussi au lever de la pleine lune, selon une juste remarque de M. Brandes. L'observation prétendue qu'un orage ne peut s'approcher du zénith lors de la pleine lune, se contredit elle-même ; car le nuage électrique qui est à l'horizon d'un endroit est au zénith d'un autre endroit distant seulement d'un petit nombre de milles.

Mais tout en avouant que l'influence lunaire sur les saisons est extrêmement faible, et qu'elle se perd presque parmi les autres causes de la variation du temps, je n'assure pas que la lune ne produise aucun effet sur lui. Voyons ce que la théorie nous indique à cet égard.

La lune et le soleil produisent deux fois, en vingt-quatre heures cinquante minutes, un flux et un reflux, soit dans l'Océan, soit dans l'atmosphère ; ces mouvemens varient avec les phases de la lune ; ils sont les plus forts dans les nouvelles et les pleines lunes, et les plus faibles dans le premier et le dernier quartier. En supposant, par exemple, que les marées de l'atmosphère produisent un changement d'un millimètre sur la hauteur du baromètre dans les syzygies, elles ne produiront que la moitié d'un millimètre dans les quartiers. Quoique ces effets soient bien faibles, il n'est pourtant pas impossible que ces marées plus fortes des nouvelles et des pleines lunes disposent l'atmosphère à des mouvemens considérables. Je n'ose donc pas déclarer fausse l'observation que quelques physiciens prétendent avoir faite, savoir, qu'il y a plus d'orages dans les nouvelles et pleines lunes, que dans les quartiers.

Il en est de même du passage de la lune par l'équateur et par le périgée ; il ne peut pas produire de mouvemens violens dans l'atmosphère, mais il pourrait en exciter les causes.

La lune peut aussi influer sur les variations du temps, d'une manière indirecte, par les mouvemens des eaux de l'Océan, au moins sur quelques côtes. Il est vrai que, dans la mer libre, la hauteur des marées ne va qu'à 3 ou 4 pieds ; mais sur les côtes, dans les baies et les canaux étroits, le flux atteint une hauteur beaucoup plus considérable. A Brest, par exemple, il surpasse 20 pieds, et à Bristol, 50 pieds. Des masses d'eau aussi énormes ne doivent-elles pas occasioner quelques variations dans l'atmosphère, d'autant plus qu'elles paraissent influer un peu sur l'élec

tricité de l'air ? Les habitans des côtes croient, en effet, avoir remarqué que les changemens du temps, de la force et de la direction du vent et des nuages, dépendent des marées.

Je dois observer ici que les marées de l'Océan et de l'atmosphère n'arrivent pas au même instant, quoiqu'elles soient produites toutes les deux par le soleil et la lune, et quoiqu'elles aient la même période. L'air étant très-mobile, et n'étant arrêté par aucun obstacle, obéit instantanément à la force attractive de la lune; tandis que l'eau de l'Océan n'obéit que lentement à cette force. Ainsi, le flux de l'atmosphère suit immédiatement le passage de la lune par le méridien, tandis que celui de l'Océan n'a lieu que trois heures plus tard dans la haute mer, et souvent beaucoup plus tard dans les baies et sur les côtes. Il est donc possible que les effets médiats et immédiats de la lune sur l'atmosphère se détruisent dans quelques pays; et c'est peut-être la cause pour laquelle l'astronome Horsley, à Oxford, n'a pu reconnaître, dans les observations anglaises, aucune relation entre les phases de la lune et le temps; tandis que Toaldo, à Padoue, a cru apercevoir l'influence de la lune dans les observations faites pendant cinquante ans par Poleni.

Quoique je ne veuille point nier que les résultats déduits des observations par Toaldo contiennent quelque chose de vrai pour le climat d'Italie, j'observerai néanmoins que ce physicien convient lui-même d'un si grand nombre d'exceptions à ses règles, que cela prouve l'extrême petitesse de l'influence lunaire. Une expérience de beaucoup d'années m'a convaincu que dans notre climat, sujet à des variations de temps plus considérables et plus

nombreuses, les règles de Toaldo sont tout-à-fait fausses. Par exemple, le 7 décembre 1813, la pleine lune coïncidait avec le périgée, et deux jours après, la lune avait sa plus grande déclinaison boréale, de sorte que, d'après les principes de Toaldo, l'influence lunaire devait être la plus grande possible : néanmoins il n'y eut aucun changement sensible dans le temps.

Je crois donc avoir démontré que l'influence de la lune sur le temps est si petite, qu'elle se perd totalement parmi le nombre infini des forces et causes qui changent l'équilibre de notre très-mobile atmosphère.

L'influence de la lune sur le temps et sur l'atmosphère étant si peu sensible, nous aurons d'avance une juste méfiance de son influence prétendue sur les hommes, les animaux et les plantes. En effet, elle est due presqu'en totalité aux illusions et aux préjugés. Il est évident que la durée de la période de quelques phénomènes de l'homme en santé ne s'accorde qu'à-peu-près, et jamais exactement, avec les révolutions lunaires, et que ces phénomènes se montrent avec toutes les phases de la lune, non-seulement chez des personnes du même âge et de la même constitution, mais aussi chez le même individu. Cela seul suffit pour refuser toute influence à la lune; et tous les médecins modernes sont d'accord sur ce point.

Je crois aussi peu, et j'attribue encore moins à la lune, l'observation de Sanctorius (laquelle est de plus toute individuelle), savoir, que l'homme en santé gagne une ou deux livres en poids au commencement du mois, et qu'il en perd autant vers la fin. De même, des observations faites avec soin n'ont pas confirmé la remarque citée par le poète Lucilius, et souvent répétée depuis, savoir que les

écrevisses, les huîtres et d'autres coquillages sont plus gros lors de la lune croissante que dans la lune décroissante.

Avec un peu d'attention, on se convaincra aisément de la nullité de cette assertion, si l'on ne veut pas refuser sa confiance au physicien sensé Rohault. J'atteste aussi les expériences faites avec soin par les célèbres agriculteurs Laquinterie, Nardmann, Reichard, Hartenfels, et par les grands naturalistes Buffon et Réaumur, et qui prouvent que la lune croissante ou décroissante n'a aucune influence ni sur la germination des semences, ni sur la croissance des plantes, ni sur la rapidité de leur développement, ni enfin sur leur qualité.

J'ai aussi bien de la peine à croire que la lumière de la lune produise un effet particulier et différent de celui de toute autre lumière. Les expériences faites à Rome en 1783 par Athan. Cavallon, et répétées par Bertholon de Saint-Lazare, ne prouvent nullement que la lumière lunaire augmente l'évaporation, de même que celles de Weitz faites à Lautenberg avec de la potasse ne prouvent nullement que les rayons lunaires amènent de l'humidité. Si l'on craint tant la lumière de la lune dans l'Amérique méridionale et à Batavia, j'attribuerais plutôt ses effets prétendus pernicieux à l'air humide et froid de la nuit. En effet, Bontius voyait naître les tétanos à Java, le plus souvent pendant la nuit, avec un temps pluvieux, et il remarque expressément que les deux maladies terribles et si rapprochées dans les Indes orientales, savoir, le choléra-morbus et la dysenterie, se rencontrent le plus fréquemment pendant les mois pluvieux de l'été.

Le célèbre Reil rapporte que des matelots sont devenus hors d'état de soutenir l'éclat du jour, pour avoir dormi exposés à la lumière de la lune; mais je puis assurer n'avoir jamais entendu de nos marins aucune plainte de ce genre. M. Reil assure aussi que les enfans dorment moins tranquillement dans la lune croissante : n'ayant pas d'expérience sur cet objet, je ne prononce pas sur sa vérité; mais, en tout cas, on pourrait l'expliquer sans supposer une influence particulière à la lune.

Je desirerais savoir si les teinturiers ont remarqué que la lumière si faible de la lune ait quelque influence sur leurs couleurs, comme on l'a prétendu (1).

En un mot, l'expérience ne prouve nullement une influence particulière des phases de la lune sur l'organisation animale; et la théorie que R. Meed en a donnée est absolument fausse. Je puis dire avec vérité que j'ai toujours été attentif à cet objet auprès des malades, pendant ma longue pratique de la médecine : je n'ai jamais aperçu aucune relation entre le cours de la lune et les maladies, leurs symptômes et les effets des moyens curatifs; je n'ai remarqué aucune influence des phases lunaires, ni dans les maladies causées par les vers, ni dans l'hydropisie, ni dans les tumeurs, ni même dans les maladies épileptiques : néanmoins je ne voudrais pas nier, contre tant d'observateurs anciens, toute influence de la

---

(1) On a fait, à l'Observatoire royal de Paris, des expériences qui prouvent que la lumière de la lune, condensée par une très-forte lentille, n'a pas altéré des produits chimiques très-sensibles et très-altérables par la lumière.

(*Note du Traducteur.*)

situation de la lune par rapport au soleil, dans quelques maladies rares. Parmi tous les instrumens que nous pouvons employer pour reconnaître des agens de la nature d'ailleurs imperceptibles, les nerfs sont les plus sensibles, comme M. de Laplace l'a remarqué avec raison, et leur sensibilité est souvent exaltée par la maladie. C'est par les nerfs qu'on a découvert la faible électricité produite par le contact de deux métaux ; il se peut donc que la sensibilité extrême des nerfs chez quelques malades leur fasse apercevoir l'influence de la situation de la lune par rapport au soleil, quelque faible qu'elle soit en elle-même. C'est là peut être ce qui a fait reconnaître à plusieurs médecins quelques rapports entre les phases lunaires et les accès d'épilepsie et de folie. Je n'ose pas décider non plus si l'on doit expliquer de cette manière les remarques faites par Diemerbrœck et Remuzzini dans les fièvres pestilentielles des années 1636, 1692, 93, 94. Mais certes, ce ne fut que par hasard que beaucoup de ces fiévreux moururent pendant l'éclipse de lune du 21 janvier 1693.

L'influence des phases lunaires sur les crises des maladies, enseignée par Galène et défendue si long-temps dans les écoles de médecine, est contredite par l'expérience, au moins en Europe ; et si dernièrement Fr. Balfour a assuré qu'il y a une liaison entre les marées et les accès des fièvres endémiques régnantes dans l'Inde, et que les crises de ces fièvres n'arrivent qu'au moment du décroissement de l'action luni-solaire, on peut accorder tout au plus que cet effet n'a lieu que sur les côtes de la mer.

En général, il faut lire avec une grande méfiance les

auteurs qui rapportent tant de choses sur l'influence des phases lunaires dans les maladies. Il en est ici comme des revenans : on ne les voit que lorsqu'on y croit. La croyance à cette influence ne peut pas seulement tromper l'observateur qui d'ailleurs aime la vérité ; elle peut aussi, quand le malade la partage, exciter par l'imagination l'attente et la peur des effets auxquels la lune n'a nullement contribué. C'est de cette manière qu'anciennement, lorsqu'on craignait généralement les éclipses de soleil et de lune, ces phénomènes exerçaient une influence bien constatée et bien pernicieuse sur les malades et sur les personnes dont les nerfs étaient faibles ; tandis qu'actuellement aucun malade n'en aperçoit l'effet, et les médecins n'y font plus attention.

(*Ann. du Bur. des Long.* 1822.)

Sur *les Trombes de mer.*

Les lecteurs des *Annales* seront peut-être étonnés de nous voir revenir encore sur un sujet dont nous les avons déjà entretenus dans le Cahier d'octobre 1821 et dans celui de janvier 1822 ; mais nous ferons remarquer que les circonstances de la formation des trombes sont peu connues ; qu'en général, ces curieux phénomènes n'ont été examinés que de fort loin, et qu'alors même il est plus d'une fois arrivé que la crainte inspirée par le météore a égaré la véracité de l'observateur. Le Mémoire qui nous a servi à rédiger cette note est de M. Napier, capitaine dans la marine militaire anglaise et membre de la Société royale d'Edimburgh.

Le 6 septembre 1814, le capitaine Napier, commandant le vaisseau *Erne*, aperçut une trombe à la distance de 3 encâblures. Le vent soufflait successivement dans des directions variables comprises entre l'ouest-nord-ouest et le nord-nord-est. La latitude était 30°.47′ nord, et la longitude, rapportée à Greenwich, 62°.40′.

La trombe, au moment de sa première apparition, semblait avoir le diamètre d'une barrique; sa forme était cylindrique, et l'eau de la mer s'y élevait avec rapidité; le vent l'entraînait vers le sud. Parvenue à la distance d'un mille du bâtiment, elle s'arrêta pendant plusieurs minutes. La mer, à sa base, parut dans ce moment en ébullition et formait beaucoup d'écume. Des quantités considérables d'eau étaient transportées jusqu'aux nuages : une espèce de sifflement s'entendait. La trombe en masse semblait avoir un mouvement en spirale fort rapide; mais elle se courbait tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre, suivant qu'elle était plus ou moins directement frappée par les vents variables, qui alors et en peu de minutes soufflaient successivement de tous les points du compas.

Lorsque la trombe commença de nouveau à marcher, sa course était dirigée du sud au nord, c'est-à-dire, en sens contraire du vent qui soufflait. Comme ce mouvement l'amenait directement sur le bâtiment, le capitaine Napier eut recours à l'expédient recommandé par tous les marins, c'est-à-dire qu'il fit tirer plusieurs coups de canon sur le météore. Un boulet l'ayant traversé à une distance de la base égale au tiers de la hauteur totale, la trombe parut coupée horizontalement en deux parties, et chacun des segmens flotta çà et là incertain, comme agité

successivement par des vents opposés. Au bout d'une minute, les deux parties se réunirent pour quelques instans; le phénomène se dissipa ensuite tout-à-fait, et l'immense nuage noir qui lui succéda laissa tomber un torrent de pluie.

Quand la trombe fut séparée en deux par le boulet, sa distance au bâtiment n'était pas tout-à-fait d'un demi-mille. La base, en appelant ainsi la partie de la surface de la mer qui paraissait bouillonner, avait 300 pieds de diamètre. Le col de la trombe, c'est-à-dire, la section que formait le tuyau ascendant dans le nuage dont une grande partie du ciel était couverte, se trouvait, au même moment, d'après les mesures de M. Napier, à 40° de hauteur angulaire.

En adoptant 2050 pieds ou un peu plus d'un tiers de mille, pour la distance horizontale du point observé au bâtiment, on trouve que la hauteur perpendiculaire de la trombe ou la longueur du tuyau ascendant comprise entre la mer et le nuage était de 1720 pieds. Cette détermination est importante, puisqu'elle prouve que l'eau ne s'élève pas dans le tube intérieur par le seul effet de la pression de l'air.

Il n'y eut, pendant toute la durée du phénomène, ni éclairs ni tonnerre. L'eau qui tomba des nuages sur le bâtiment était douce. Peu de temps avant la disparition complète de la grande trombe, on en aperçut deux autres plus petites vers le sud, mais elles s'évanouirent presque aussitôt.

Les trombes décrites par M. Maxwell commencèrent dans des nuages dont la surface s'abaissa en forme de cône avant que l'eau parût agitée au-dessous. (*Annales*;

tome XVIII, page 191.) Celle qui fait l'objet du présent article eut son origine sur la mer même, et parcourut un grand espace vers le sud avant d'atteindre les nuages à l'extension desquels elle contribua. Comme l'eau recueillie sur le bâtiment *Erne* était parfaitement douce au goût, il paraît naturel de supposer que l'eau de la mer soulevée jusqu'aux nuages par la trombe n'entrait que pour une très-petite quantité dans la pluie qui suivit la disparition de la colonne ascendante.

(*Edimb. phil. Journ.*)

NOTE *sur un Composé nouveau formé en mêlant une dissolution de cyanure de mercure avec une dissolution d'iodure de potassium.*

Par M. CAILLOT, Élève en Pharmacie.

EN cherchant à accuser la présence du cyanure de mercure par l'iodure de potassium, je fus très-surpris de voir se former dans le liquide une foule de cristaux blancs nacrés, au lieu d'un précipité de deuto-iodure de mercure auquel je m'attendais.

Après avoir lavé convenablement ces cristaux, je les ai dissous dans l'eau, et j'ai fait cristalliser la dissolution. J'ai obtenu de grandes lames minces et brillantes, inaltérables à l'air, sans odeur à l'état sec, mais en ayant une analogue à celle des amandes amères quand elles sont en dissolution; solubles dans seize fois leur poids d'eau, à la température ordinaire, en exigeant beaucoup moins à chaud; solubles aussi, à la température ordinaire, dans environ 96 parties d'alcool à 34°.

Ce nouveau composé, à une température incapable de le détruire, ne perd rien de son poids ni de son éclat : il est par conséquent probable qu'il est anhydre. Chauffé plus fortement, il se décompose, et donne pour produits du cyanogène, du mercure et une vapeur jaune-verdâtre, mêlée de próto-iodure de mercure : l'iodure de potassium qui reste fixe est noirci par un peu de charbon très-divisé. Mis successivement en contact avec les acides puissans et avec les acides les plus faibles, tels que les acides benzoïque, camphorique et arsénieux, il est converti en deuto-iodure de mercure, et de l'acide hydro-cyanique se dégage : cependant ce dernier acide et l'acide carbonique n'ont produit aucun effet. Avec l'acide hydro-sulfurique, il se fait un précipité noir de sulfure de mercure, et il se dégage de l'acide hydro-cyanique.

Les hydro-sulfates produisent, dans la dissolution du nouveau composé, un précipité noir; les sels de plomb, un précipité jaune d'iodure de plomb, et les sels de deutoxide de mercure un précipité rouge de deuto-iodure de mercure. Le chlòre et le bi-chlorure de mercure y déterminent un précipité rouge solùble dans un excès de la dissolution. L'iode s'y dissout en quantité d'autant plus considérable que sa dissolution est plus concentrée. La potasse, la soude et l'ammoniaque, libres ou combinées avec un acide, n'y produisent aucune décomposition.

J'avais considéré ce composé comme formé d'une proportion de cyanure de mercure et d'une proportion d'iodure de potassium; mais ayant ajouté de l'acide sulfurique en léger excès à sa dissolution, j'ai trouvé dans

le liquide surnageant le précipité abondant de deutoiodure de mercure qui s'est formé, une petite quantité de cyanure de mercure. Il reste par conséquent à en faire l'analyse pour connaître sa véritable composition. J'ajouterai que 24 parties traitées par l'hydro-sulfate de soude en ont produit à-peu-près 13 de sulfure de mercure.

Sur *l'Huile volatile des amandes amères comme poison.*

Par M. Vogel, de Munich.

Il y a quelques années que je m'occupai de l'huile des amandes amères obtenue par la distillation, et de son action sur l'économie animale. M. Soemmering confirma alors avec moi ses effets vénéneux sur les animaux; et je ne balançai pas, d'après nos expériences, à regarder cette huile comme un poison violent, capable de produire subitement la mort. Cependant M. Ittner, à Fribourg en Brisgaw, et M. Giese, à Dorpat, ayant reconnu que cette huile renferme constamment de l'acide hydrocyanique, je soupçonnai que ses effets vénéneux devaient être attribués plutôt à l'acide qu'à l'huile elle-même, et je me déterminai à faire de nouvelles expériences.

Je me suis d'abord assuré que l'huile volatile non purifiée renferme de l'acide hydro-cyanique. Pour lui enlever cet acide, je l'ai agitée avec une dissolution concentrée de potasse, et j'ai distillé jusqu'à siccité. L'huile s'est volatilisée avec l'eau, et le résidu dans la cornue contenait du cyanure de potassium.

Pour acquérir la certitude que l'huile était réellement privée de tout son acide hydro-cyanique, je l'ai distillée de nouveau avec de la potasse; mais, cette fois, le résidu dans la cornue ne contenait plus de cyanure de potassium.

L'huile volatile des amandes amères, ainsi purifiée, est sans couleur et plus pesante que l'eau. Sa saveur est extrêmement âcre et brûlante; au contact de l'air, elle cristallise rapidement; elle se dissout facilement dans l'alcool et dans l'éther, mais elle ne se dissout dans l'eau qu'en très-petite quantité : sa flamme est très-vive et accompagnée de beaucoup de fumée.

Pour m'assurer si cette huile, quoique entièrement privée d'acide hydro-cyanique, était encore vénéneuse, j'en mis une goutte sur la langue d'un moineau; il mourut dans de fortes convulsions en quelques secondes; un autre oiseau éprouva le même sort avec une goutte d'huile.

Je donnai à un chien de deux mois quatre gouttes de cette huile; sa respiration devint de suite très-pénible, et, au bout de quelques minutes, il vomit beaucoup d'écume très-visqueuse, et tomba immédiatement après dans un profond sommeil qui dura deux heures. A son réveil, il prit un peu de lait; mais l'appétit et la gaîté ne lui revinrent plus, et il mourut au bout du huitième jour; ce qui serait arrivé sans doute plus tôt sans les vomissemens violens qu'il avait éprouvés.

Il est par conséquent hors de doute que l'huile volatile des amandes amères, bien purifiée, produit sur les animaux des effets analogues à ceux de l'acide hydro-cyanique, quoique à un degré plus faible, et qu'elle est vénéneuse.

(Extrait du *Journ. de Pharm.* VII. 465.)

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. Février 18[illegible].

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	766,54	— 1,4	93	765,30	+ 2,5	79	763,24	+ 4,0	63	763,08	— 0,5	90	+ 4,0	— 3,8	Beau, brouillard.	S. E.
2	761,[illegible]0	+ 3,8	89	761,05	+ 7,5	78	758,90	+ 8,8	64	756,85	+ 8,5	80	+ 8,8	+ 1,9	Quelques éclaircies.	S. E.
3	751,50	+ 9,3	62	750,36	+10,6	63	749,15	+ 8,8	90	749,96	+ 6,8	93	+10,6	+ 6,5	Couvert.	S. O. très-fort.
4	755,62	+ 4,8	92	754,96	+ 7,4	89	753,20	+ 8,3	84	748,50	+ 9,3	91	+ 9,3	+ 2,5	Couvert, brouillard.	S.
5	749,33	+10,5	88	749,65	+11,3	69	750,46	+10,2	58	755,05	+ 7,9	80	+11,3	+ 7,9	Couvert.	S. O. très-fort.
6	764,00	+ 4,9	89	764,60	+ 7,8	70	763,73	+ 8,1	56	762,70	+ 3,3	90	+ 8,1	+ 3,3	Nuageux, lég. brouil.	O. S. O.
7	759,13	+ 6,1	90	758,90	+10,0	77	758,43	+10,3	74	758,42	+ 7,8	92	+10,3	+ 4,0	Très-nuageux.	S.
8	758,60	+ 8,9	91	759,20	+12,0	76	759,32	+11,5	76	760,57	+ 6,5	[illegible]	+12,0	+ 5,7	Quelques éclaircies.	S.
9	760,60	+ 5,0	93	759,80	+ 9,0	70	759,14	+10,8	63	759,20	+ 5,0	91	+10,7	+ 2,7	Nuageux.	S.
10	757,80	+ 5,7	79	756,34	+10,7	66	755,20	+11,0	64	755,65	+ 6,7	90	+11,0	+ 3,0	Nuageux.	S. E.
11	760,75	+ 4,5	92	761,28	+ 9,1	76	761,55	+10,0	67	762,82	+ 3,6	94	+10,0	+ 2,6	Nuageux, brouillard.	O.
12	764,72	+ 4,1	92	764,04	+ 7,9	75	762,58	+ 9,3	59	762,74	+ 6,2	74	+ 9,3	+ 0,4	Légers nuages, brouill.	S. S. E.
13	761,44	+ 4,3	92	760,95	+ 7,8	78	760,12	+ 9,0	72	760,88	+ 4,7	93	+ 9,0	+ 3,0	Nuageux, brouillard.	S. S. E.
14	761,63	+ 2,6	93	761,32	+ 7,4	74	760,74	+10,0	50	761,68	+ 2,8	80	+10,0	+ 0,0	Légers nuages, brouill.	S. E.
15	762,50	+ 2,5	87	762,47	+ 7,2	70	761,94	+ 9,6	61	763,40	+ 4,2	93	+ 9,6	+ 0,0	Beau, léger brouill.	E.
16	767,94	+ 6,3	92	768,40	+ 9,1	75	768,50	+10,5	39	770,02	+ 4,0	80	+10,5	+ 2,5	Quelques éclaircies.	N. O.
17	770,28	+ 7,8	86	769,97	+ 9,9	84	769,48	+10,3	80	770,25	+ 9,0	86	+10,3	+ 5,8	Couvert, brouillard.	O.
18	770,38	+ 7,6	88	759,84	+10,6	70	768,74	+10,4	70	769,15	+ 6,8	94	+10,6	+ 6,6	Trouble et nuageux.	N. O.
19	768,92	+ 3,4	93	768,78	+ 5,0	91	768,12	+ 7,0	93	767,56	+ 4,6	94	+ 7,0	+ 1,6	Couvert, brouil. épais.	N.
20	763,16	+ 5,5	94	761,58	+ 7,0	87	759,46	+ 6,6	59	756,87	+ 6,5	91	+ 7,0	+ 4,5	Couvert, léger brouil.	S. O.
21	765,28	+ 4,4	68	766,84	+ 6,9	52	767,52	+ 7,5	40	770,60	+ 3,0	63	+ 7,5	+ 2,5	Nuageux.	N.
22	770,08	+ 2,3	83	768,70	+ 6,3	45	766,85	+ 8,1	46	765,48	+ 9,9	80	+ 8,1	— 1,0	Beau, vap. à l'horiz.	N.
23	766,34	+ 2,8	80	766,[illegible]5	+ 7,4	51	766,26	+ 8,9	43	767,30	+ 6,3	79	+ 8,9	— 3,0	Beau, brouil. à l'horiz.	N. O.
24	768,10	+ 5,8	89	767,63	+10,0	44	766,76	+10,0	45	767,50	+ 7,6	68	+10,0	+ 2,6	Couvert.	O.
25	767,75	+ 9,0	79	767,30	+10,0	72	766,87	+ 9,5	72	7[illegible]6,25	+ 8,0	80	+10,0	+ 7,0	Couvert, léger brouil.	S. O.
26	764,13	+ 9,1	63	763,00	+ 9,4	59	762,50	+11,1	57	764,00	+ 6,3	78	+11,1	+ 5,5	Nuageux.	S.
27	770,52	+ 7,5	62	772,05	+ 8,8	40	773,18	+ 9,1	34	775,94	+ 4,4	65	+ 9,1	+ 3,6	Nuageux.	N.
28	775,97	+ 4,0	68	773,40	+ 6,8	51	771,25	+ 8,5	39	768,78	+ 3,8	60	+ 8,5	+ 0,5	Beau.	N. E.
1	758,50	+ 5,8	87	758,02	+ 8,9	74	757,08	+ 9,2	69	757,00	+ 6,1	89	+ 9,6	+ 3,4	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	765,17	+ 4,9	91	764,86	+ 8,1	78	764,12	+ 9,3	65	764,54	+ 5,2	88	+ 9,3	+ 2,7	Moyenn. du 11 au 20.	Terrasse, 1,826
3	768,52	+ 5,6	74	768,21	+ 8,2	52	767,65	+ 9,1	47	768,23	+ 5,3	72	+ 9,1	+ 2,2	Moyenn. du 20 au 28.	Cour, 2,030
	763,75	+ 5,4	85	763,37	+ 8,4	69	762,61	+ 9,2	61	762,90	+ 5,6	84	+ 9,4	+ 2,8	Moyennes du mois, +6°,1.	

SUITE

De l'Influence des fruits verts sur l'air avant leur maturité.

Par M. Théodore de Saussure.

Expériences sur les pommes sauvages (Pyrus-malus, *L.*)

M. *Dégagement du gaz oxigène par ces fruits plongés dans l'eau.*

Après avoir employé, dans les expériences précédentes, des fruits presqu'entièrement verts à l'extérieur et à l'intérieur, j'examinerai un fruit tel que les pommes, dont la plus grande partie de la substance, étant blanche, peut vicier l'air atmosphérique au soleil et à l'ombre.

J'ai choisi des pommes qui n'offraient point de nuance rougeâtre à l'extérieur ; leur épiderme était d'un vert pâle et uniforme ; leurs pepins n'étaient point encore colorés ; elles avaient environ trois centimètres de diamètre ; leur chair intérieure était blanche, et seulement nuancée d'un vert peu sensible près de l'épiderme.

Vingt de ces pommes, pesant 200 grammes et occupant 240 centimètres cubes, ont dégagé, en juillet, dans 1800 grammes d'eau de source, par un soleil très-faible, entre onze heures du matin et cinq heures du soir, $24\frac{1}{4}$ centimètres cubes d'air qui, après avoir été dépouillé de $\frac{3}{100}$ d'acide carbonique, contenait $27\frac{1}{4}$ de gaz oxigène (1) et $72\frac{3}{4}$ d'azote.

(1) Pour obtenir du gaz oxigène des pommes dans de l'eau de source, il faut que le soleil soit très-faible, parce que ces



Cette expérience, faite en même temps et dans les mêmes proportions avec de l'eau de pluie, a produit 26 centimètres cubes d'air : 100 parties de cet air dépouillé de 3 d'acide carbonique contenaient $29\frac{1}{2}$ d'oxigène et $70\frac{1}{2}$ d'azote.

20 grammes de feuilles de pommier ont dégagé en même temps, dans 1800 centimètres cubes d'eau de source, 11,3 centimètres cubes d'air qui contenait $\frac{40}{100}$ d'oxigène et $\frac{60}{100}$ d'azote; un soleil vif doublait la quantité de l'air dégagé sans diminuer sa pureté.

Avec l'eau de pluie, elles ont produit, dans tous les

---

fruits subissent, par un soleil vif, une prompte fermentation qui leur fait dégager un air impur; il faut de plus les empêcher d'être en contact avec l'air qu'elles ont produit, en mettant intérieurement près du dôme du récipient un treillis en cuivre. Lorsque je n'ai pas pris ces précautions, j'ai obtenu de ce fruit sous l'eau de source, dans les mêmes circonstances, mais par un soleil vif, $29\frac{1}{4}$ centimètres cubes d'air qui contenait plus d'un cinquième d'acide carbonique; 100 de cet air privé d'acide étaient composés de 12 d'oxigène et de 88 d'azote. Les pommes ont fourni en même temps et de la même manière, dans de l'eau de pluie, 30 centimètres cubes d'air, qui contenaient $2\frac{1}{4}$ centimètres cubes d'acide carbonique; 100 de cet air privé d'acide étaient composés de 25 d'oxigène et de 75 d'azote. Je ne puis expliquer par quelle raison l'air était constamment plus pur avec l'eau de pluie qu'avec l'eau de source; car, abstraction faite de l'acide carbonique, l'air que ces eaux recélaient était formé des mêmes proportions d'azote et d'oxigène. L'eau de source tenait en dissolution beaucoup de carbonate de chaux qui provoquait peut-être la fermentation.

eas, comme les autres feuilles, un air inférieur en quantité et en pureté à celui qu'elles fournissaient avec l'eau de source.

Puisque les pommes n'ont pas dégagé plus d'oxigène dans l'eau de source que dans l'eau de pluie, on doit admettre qu'elles ne peuvent pas décomposer sous l'eau, avant de fermenter, une plus grande quantité d'acide carbonique que celle qui se trouve dans leur parenchyme, et que leur faculté d'élaborer ce gaz est extrêmement faible, ainsi qu'on pourrait le prévoir par la seule inspection du fruit.

N. *Influence des pommes sur l'air pendant la nuit.*

J'ai employé, pour chaque expérience dans l'air, deux pommes semblables à celles dont j'ai parlé précédemment; elles déplaçaient ensemble 27 $\frac{1}{2}$ centimètres cubes; elles étaient accolées à une courte tige qui trempait dans l'eau; elles ont fourni, par une exposition de douze heures de nuit sous un récipient plein d'air, les résultats suivans :

	Atmosphère des pommes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	193, 6 cent. c.
—— azote,	790	791, 9
Acide carbonique,	0	7, 8
	1000	993, 3
	Inspiration,	6, 7
		1000.

O. *Pommes exposées à l'action de la nuit et du soleil dans la même atmosphère.*

Les pommes sont beaucoup plus altérées par le soleil et la chaleur que les fruits dont je me suis occupé jusqu'ici; elles y forment du gaz acide carbonique qu'elles absorbent même au soleil, avec une promptitude singulière. J'ai évité cet accident en voilant le récipient avec de la gaze, et en couvrant son dôme de papier mouillé, pendant l'exposition au soleil, dont les rayons étaient d'ailleurs affaiblis comme ci-devant par les vitres des fenêtres.

Pendant les deux nuits et les deux jours employés à cette expérience, qui a eu le même résultat sur l'eau et le mercure, et qui a été favorisée par le beau temps, les pommes n'ont pas été renouvelées pour qu'elles n'emportassent pas hors du récipient le gaz acide qu'elles avaient formé pendant la nuit.

	Atmosphère des pommes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	205, 6 cent. c.
—— azote,	790	804, 4
Acide carbonique,	0	0
	1000	1010.

Lorsque j'ai fait cette expérience en renouvelant les pommes matin et soir, elles ont fait subir à leur atmosphère une diminution de 9 centimètres cubes, et elles ont détruit 14 centimètres cubes de gaz oxigène.

On trouve par la comparaison des résultats détaillés en *N* et *O*, que les pommes ont décomposé, pendant le

jour, environ 29 centimètres cubes du gaz acide carbonique qu'elles avaient formé à l'obscurité.

P. *Décomposition du gaz acide carbonique par les pommes dans un mélange artificiel de ce gaz avec l'air.*

J'ai exposé deux pommes pendant deux nuits et deux jours dans un mélange de 1000 centimètres cubes d'air avec 50 d'acide carbonique, en ayant soin de couvrir de gaze, et en partie de papier mouillé le récipient, lorsqu'il était exposé au soleil; sans cette précaution les pommes ont toujours vicié leur atmosphère : elles n'ont pas été renouvelées dans le résultat que je détaille ici.

	Atmosphère des pommes avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	218, 3 cent. c.
—— azote,	790	799, 7
Acide carbonique,	50	13
	1050.	1031.

En comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pommes ont dégagé environ 13 centimètres cubes de gaz oxigène par la décomposition partielle de l'acide carbonique que j'ai introduit dans le récipient. La diminution de 19 centimètres cubes qu'on observe dans le volume de l'atmosphère après l'expérience, doit être attribuée principalement à l'acide carbonique dont les pommes se sont imprégnées sans lui faire subir aucun changement. Elles en absorbaient une quantité égale aux deux tiers de leur volume pendant une journée d'exposition au soleil; si je les eusse renouvelées, l'absorp-

tion aurait été plus grande : deux pommes, qui occupaient 27 centimètres cubes, ont fait subir, par la seule imbibition de l'acide carbonique, une diminution de 75 centimètres cubes à un mélange composé de 1000 centimètres cubes d'air, et de 100 d'acide où elles ont été renouvelées quatre fois pendant quatre jours, en ne séjournant qu'au soleil dans le récipient ; mais cette imbibition d'acide carbonique n'est que peu ou point sensible à la fin de l'expérience, lorsqu'on ne les a pas renouvelées, et qu'on leur a donné le temps de le décomposer entièrement. Il suit de toutes ces expériences (en faisant abstraction de l'intensité des effets), que les pommes ont sur l'air la même influence que les feuilles.

Expériences sur les raisins en état de verjus.

Q. *Dégagement du gaz oxigène par ces fruits plongés dans l'eau.*

200 grammes de raisins qui avaient environ 12 millimètres de diamètre ont dégagé, à la fin de juillet, dans 1800 grammes d'eau de source, entre onze heures du matin et cinq heures du soir, par un soleil très-pâle, 5,6 centimètres d'air, dont 100 contenaient 29 d'oxigène et 71 d'azote.

Cette expérience, faite en même temps et dans les mêmes proportions avec de l'eau de pluie, a produit 5,2 centimètres cubes d'air : 100 de cet air contenaient 31 d'oxigène et 69 d'azote.

20 grammes de feuilles de vigne ont dégagé en même temps, dans 1800 grammes d'eau de source, 11 ½ centi-

mètres cubes d'air, dont 100 contenaient 30 d'oxigène et 70 d'azote.

20 grammes de tiges vertes de vigne, de 4 à 6 millimètres de diamètre, ont dégagé en même temps 2 $\frac{1}{4}$ centimètres d'air dans 1800 grammes d'eau de source : 100 de cet air contenaient 46 d'oxigène et 54 d'azote.

Il paraît, d'après ces expériences, que la faculté d'élaborer l'acide carbonique est bien faible dans les raisins, ou qu'ils ne peuvent pas en décomposer sous l'eau une quantité qui excède beaucoup celle qui se trouve dans leur parenchyme antérieurement à l'immersion.

Ce résultat tient principalement à ce que la force végétative des raisins est très-affaiblie lorsqu'ils sont séparés de la plante : je m'en suis assuré :

1°. Par la différente influence qu'ils ont sur l'air, dans ce cas et dans celui où ils restent adhérens au cep.

2°. Parce que des raisins détachés dont le pédoncule trempe dans l'eau, perdent par le desséchement beaucoup plus d'eau qu'ils n'en peuvent absorber par la succion : ainsi, une grappe de verjus récemment cueillie, et qui pesait 29 grammes, a perdu pendant vingt-quatre heures, à l'ombre, 2 $\frac{1}{2}$ grammes de son poids, en ne pouvant sucer que 3 décigrammes d'eau ; tandis que trois prunes qui pesaient également 29 grammes, et qui étaient, comme le fruit précédent, au milieu de leur accroissement, ont augmenté dans le même temps leur poids de 1,7 gramme en suçant 2,6 grammes d'eau, quoiqu'elles eussent bien moins de surface que les raisins.

R. *Influence du verjus sur l'air pendant la nuit.*

Mes expériences dans l'air avec ce fruit ont été faites à la fin de juillet et dans le mois d'août, en plaçant dans

1000 centimètres cubes d'air une grappe en état de verjus, semblable à celle dont j'ai parlé précédemment : elle pesait 32 grammes, et occupait 33,7 centimètres cubes; son pédoncule trempait dans l'eau sous le récipient; j'ai eu soin que les raisins n'en touchassent pas la paroi. En les cueillant le soir, et en les mettant immédiatement après en expérience, ils ont présenté, au bout de douze heures, les résultats suivans :

	Atmosphère des raisins avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	181, 2 cent. c.
—— azote,	790	792, 3
Acide carbonique,	0	16, 5
	1000	990
Inspiration,		10
		1000.

S. *Influence du verjus sur l'air au soleil.*

J'exposerai ici les résultats de deux expériences : l'une, que j'appellerai *exp. sans abri*, a été faite en ne modérant les rayons du soleil que par une croisée ou les vitres d'une fenêtre; l'autre expérience, que je nommerai *avec abri*, a été établie à la même exposition, mais en voilant le récipient avec de la gaze claire, et en couvrant son dôme de papier mouillé : on verra, par comparaison avec *R*, qu'elles conduisent toutes aux mêmes résultats pour la décomposition de l'acide carbonique, quoique, dans l'expérience sans abri, les raisins aient vicié leur atmosphère.

Ces fruits, dans les deux cas, ont été exposés pendant quatre jours ou quarante-huit heures au soleil ; ils étaient retirés du récipient pendant les nuits et renouvelés le matin.

Expérience sans abri.

Atmosphère des raisins avant l'expérience.		Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	192,4 cent. c.
—— azote,	790	800,3
Acide carbonique,	0	7,3
	1000	1000.

S. S. *Expérience avec abri.*

Atmosphère des raisins avant l'expérience.		Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	208,3 cent. c.
—— azote,	790	797,7
Acide carbonique,	0	0
	1000	1006.

T. *Verjus exposé à l'action de la nuit et du soleil dans la même atmosphère.*

Ces fruits ont été placés pendant quatre-vingt-seize heures sous le récipient, ou pendant quatre jours de soleil et quatre nuits ; ils y ont été renouvelés matin et soir.

Expérience sans abri.

Atmosphère des raisins avant l'expérience.		Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	167,4 cent. c.
—— azote,	790	798,7
Acide carbonique,	0	7,1
	1000	973,2.

Le résultat *R* indique que, pendant les quatre nuits de l'expérience *T*, les raisins auraient dû faire disparaître 115 centimètres cubes de gaz oxigène; mais puisqu'en y ajoutant les jours correspondans, ils n'ont détruit que 43 centimètres cubes de ce gaz, ils doivent avoir dégagé au soleil en viciant leur atmosphère, 115—43=82 centimètres cubes de gaz oxigène, par la décomposition de l'acide carbonique qu'ils avaient formé à l'obscurité.

T. T. *Expérience avec abri.*

Ces fruits ont resté quatre-vingt-seize heures sous le récipient ou quatre jours de soleil et quatre nuits; ils n'ont pas été renouvelés.

	Atmosphère des raisins avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	202, 9 cent. c.
—— azote,	790	802, 1
Acide carbonique,	0	0
	1000	1005.

Ces expériences montrent que la différente influence des raisins sur leur atmosphère au soleil et à l'obscurité, est plus prononcée en affaiblissant beaucoup l'action des rayons solaires.

J'ai déjà décrit (*Recherches sur la Végétation*, page 131), l'action des raisins sur l'air avec influence du jour et de la nuit, lorsqu'ils restent attachés au cep dont les racines sont dans le sol : j'expose ici, sur cet objet, une nouvelle expérience avec des détails que j'avais supprimés précédemment.

J'ai introduit, le 24 juillet 1821, dans une bouteille de verre blanc, et de 440 centimètres cubes, une grappe de raisin qui croissait contre un mur au midi; elle portait trente grains de 3 millimètres de diamètre; ils étaient ombragés dans la bouteille par les feuilles extérieures, comme ils l'auraient été à l'air libre.

Deux fragmens demi-cylindriques de liége, insérés dans le col du bocal, enveloppaient l'extrémité raccourcie du sarment qui portait la grappe; celle-ci ne touchait point le verre. La clôture a été successivement lutée avec de la vessie mouillée, de la cire molle et des bandes de toile enduites de craie et de blanc d'œuf.

Au bout de douze jours, les raisins ayant triplé de volume et transpiré 30 grammes d'eau, j'ai coupé au soleil, après midi, la branche qui portait la bouteille, pour l'ouvrir dans du mercure. Ce liquide, en y pénétrant, a montré qu'à température égale, l'air y était plus raréfié que l'atmosphère extérieure (1), et que le lut avait bien rempli ses fonctions. La grappe déplaçait alors 9 centimètres cubes; l'air de la bouteille ne contenait point d'acide carbonique; l'eudiomètre de Volta y a indiqué, par plusieurs épreuves répétées, $\frac{22}{100}$ de gaz oxigène, ou $\frac{1}{100}$ de plus que dans l'air atmosphérique. Les feuilles adhérentes à une plante qui a ses racines dans le sol présentent ordinairement un résultat analogue; il indique qu'elles dé-

(1) D'autres résultats montrent (comme on doit le prévoir) que, dans ces expériences, la chaleur du soleil expulse lentement au travers de la branche elle-même une partie de l'air contenu dans le bocal, et que l'air extérieur y rentre ensuite par la même voie pendant la nuit.

composent l'acide carbonique qui se forme dans la tige, ou qu'elles reçoivent de la terre par l'eau qui les alimente.

J'ai répété cette expérience avec des cerises; mais elle a été sans résultat, parce qu'elles jaunissaient sans se développer, quoiqu'elles transpirassent beaucoup. C'est surtout par l'accroissement du fruit qu'on peut s'assurer ici du succès de l'opération.

V. *Décomposition du gaz acide carbonique par du verjus dans un mélange artificiel de ce gaz avec l'air.*

J'ai fait végéter dans un mélange de 950 centimètres cubes d'air, et de 50 centimètres cubes d'acide carbonique, pendant quatre nuits et quatre jours de soleil, une grappe de raisin détachée, qui pesait 32 grammes comme les précédentes : elle n'a pas été renouvelée; on a modéré l'intensité du soleil en voilant avec une gaze claire le récipient, et en couvrant son dôme de papier mouillé.

	Atmosphère des raisins avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	199, 5 cent. c.	225, 9 cent. c.
—— azote,	750, 5	764, 7
Acide carbonique,	50	7, 4
	1000	998.

Les raisins se sont très-légèrement ridés dans cette expérience, quoique leur pédoncule trempât dans l'eau; mais ils n'en ont pas moins décomposé la plus grande partie de l'acide carbonique étranger à celui qu'ils ont formé avec l'oxigène ambiant. J'ai répété la même expérience pen-

dant le même temps, dans un mélange de 900 centimètres cubes d'air et de 100 d'acide carbonique, en renouvelant les raisins tous les jours ; ils ont fait subir alors à leur atmosphère une diminution de 74 centimètres cubes, en emportant hors du récipient l'acide carbonique, qui est absorbé par ce fruit aussi promptement que par les pommes.

X. *Influence des raisins sur l'air, lorsqu'ils ont acquis tout leur accroissement.*

Les raisins employés aux expériences suivantes avaient un volume au moins double de celui des précédens ; leur couleur avait changé, en passant au vert jaunâtre ; ils étaient à demi transparens, et ils touchaient à-peu-près à l'époque de leur maturité en étant légèrement au-dessous. Chaque observation a été faite, comme les précédentes, sur une grappe du poids de 32 grammes. Plusieurs grains ont entièrement mûri sous les récipiens ; le dôme de ces vases était couvert de papier mouillé ; ils n'ont reçu les rayons directs du soleil qu'au travers d'une gaze claire et des vitres des fenêtres.

Expérience pendant douze heures de nuit.

	Atmosphère des raisins avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	192, 9 cent. c.
—— azote,	790	796, 8
Acide carbonique,	0	7, 3
	1000	997
Inspiration,		3
		1000.

Cette expérience confirme les résultats précédens *L*, en montrant que les fruits consument moins d'oxigène lorsqu'ils s'approchent de leur maturité.

Expérience pendant quarante-huit heures de soleil.

(Les raisins n'ont pas passé les nuits sous le récipient; ils ont été renouvelés quatre fois.)

	Atmosphère des raisins avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	213, 1 cent. c.
—— azote,	790	800, 4
Acide carbonique,	0	7, 5
	1000	1021.

Expérience pendant quatre jours de soleil et quatre nuits.

(Les raisins n'ont pas été renouvelés.)

	Atmosphère des raisins avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	210 cent. c.	210 cent. c.
—— azote,	790	790
Acide carbonique,	0	0
	1000	1000.

L'atmosphère n'a donc changé sous aucun rapport; tandis que, dans une expérience semblable avec les raisins en état de verjus, *TT*, il y a eu une petite diminution d'oxigène: cette différence peut être l'effet de l'état chimique du suc de ces fruits à l'époque de la maturité, qui les empêche de retenir l'oxigène de l'acide qu'ils décomposent.

Pour vérifier ce résultat, j'ai fait simultanément, dans le courant de septembre, les deux expériences suivantes sur du verjus et sur des raisins à-peu-près mûrs. Les grains du verjus n'avaient que 9 millimètres de diamètre; tandis que celui des grains de verjus *T T* était de 12 millimètres : les raisins mûrs avaient un diamètre moyen de 17 millimètres : les deux grappes, qui pesaient chacune 32 grammes, ont resté cinq nuits et cinq jours sous leur récipient, et elles n'ont point paru altérées. Le ciel a été couvert pendant la moitié du temps, sauf le dernier jour.

	Atmosph. du verjus et des raisins mûrs avant l'expérience.	Atmosph. du verjus après l'expérience.	Atmosp. des raisins mûrs après l'expérience.
Gaz oxig.,	210 c. c.	199,4 c. c.	202,6 c. c.
—— azote,	790	795,6	792,1
Acide carb.,	0	0	7,3
	1000	995	1002.

Ce résultat, obtenu encore une troisième fois, a confirmé celui de l'expérience précédente, en indiquant que le verjus fait disparaître une quantité d'oxigène qui n'est pas représentée dans du gaz acide carbonique, tandis que les raisins mûrs ne changent point la quantité d'oxigène qui était contenue dans leur atmosphère avant l'expérience; car il est évident que la petite quantité d'acide carbonique qu'ils ont laissée accidentellement sous le récipient aurait pu être décomposée comme elle l'a été dans le résultat antérieur.

Les parties vertes peuvent fixer le gaz oxigène par la décomposition de l'acide carbonique. Lorsqu'elles végètent jour et nuit sous un récipient plein d'air atmosphé-

rique avec de l'eau pure, cette fixation doit être beaucoup moins sensible que dans un mélange artificiel d'air et de gaz acide, non pas tant parce qu'elles en décomposent une plus petite quantité dans le premier cas, que parce que, n'y puisant point de carbone, elles ne peuvent augmenter que très-faiblement leur substance végétale sèche. Les fruits ne m'ont pas paru propres à démontrer rigoureusement cette fixation, à cause de la faiblesse de leur végétation, qui ne m'a permis de leur faire décomposer au plus que deux ou trois fois leur volume de gaz acide carbonique artificiel, tandis que les feuilles en décomposent facilement cinquante fois leur volume. La quantité de gaz oxigène que les fruits ont eu la faculté de fixer, se trouvant inferieure à leur volume, pourrait être attribuée à une simple interposition de gaz acide dans le parenchyme.

Expérience pendant quatre jours et quatre nuits, sur des raisins à-peu-près mûrs, dans un mélange artificiel d'air et d'acide carbonique.

(Le fruit n'a pas été renouvelé.)

	Atmosphère avant l'expérience.	Atmosphère après l'expérience.
Gaz oxigène,	199, 5 cent. c.	207, 7 cent. c.
—— azote,	750, 5	750, 3
Acide carbonique,	50	21
	1000	979.

Les résultats de cette expérience, comparés avec *V*, montrent que les raisins qui touchent à l'époque de la maturité peuvent décomposer encore l'acide carbonique

artificiel, mais en beaucoup moins grande quantité que lorsqu'ils sont en état de verjus. La grande diminution de volume qu'on observe dans la dernière expérience vient de ce que l'acide non décomposé, se trouvant très-surabondant, a été retenu en partie dans le parenchyme du fruit; on en jugera par les résultats suivans: ils ont été obtenus en même temps sur du verjus et sur du raisin à-peu-près mûr, exposés l'un et l'autre, pendant cinq nuits et cinq jours, dans une atmosphère où l'on a diminué de moitié la dose d'acide carbonique artificiel.

Atmosph. du verjus et des raisins mûrs avant l'expérience.		Atmosph. du verjus après l'expérience.	Atmosph. des raisins mûrs après l'expérience.
Gaz oxig.,	210 c. c.	224,4 c. c.	216,9 c. c.
—— azote,	790	795,6	794,6
Acide carb.,	25	0	8,5
	1025	1020	1020.

RÉSUMÉ.

Les observations que je viens d'exposer conduisent aux résultats suivans:

Les fruits verts ont sur l'air, au soleil et à l'obscurité, la même influence que les feuilles: leur action ne diffère que par l'intensité, qui est plus grande dans ces dernières.

Ils font disparaître, pendant la nuit, le gaz oxigène de leur atmosphère, et ils le remplacent par du gaz acide carbonique qu'ils absorbent en partie: cette absorption est ordinairement moins grande à l'air libre que sous un récipient.

Ils consument, à volume égal, plus d'oxigène à l'ob-

scurité, lorsqu'ils sont éloignés de la maturité que lorsqu'ils en sont rapprochés.

Dans leur exposition au soleil, ils dégagent, en tout ou en partie, l'oxigène de l'acide carbonique qu'ils ont inspiré pendant la nuit, et ne laissent aucune trace de cet acide dans leur atmosphère. Plusieurs fruits détachés de la plante ajoutent ainsi du gaz oxigène à de l'air qui ne contenait point d'acide carbonique. Lorsque leur végétation est très-faible ou très-languissante, ils corrompent l'air dans toutes les circonstances, mais moins au soleil qu'à l'obscurité.

Les fruits verts détachés de la plante, et exposés à l'action successive de la nuit et du soleil, ne le changent que peu ou point en pureté et en volume; les légères variations qu'on observe à cet égard dépendent, soit de la faculté plus ou moins grande qu'ils ont d'élaborer l'acide carbonique, soit de leur composition, qui se modifie suivant le degré de maturité; ainsi les raisins en état de verjus paraissent s'assimiler en petite quantité l'oxigène de l'acide carbonique qu'ils forment dans l'air où ils végètent jour et nuit, tandis que les raisins à-peu-près mûrs représentent en totalité, pendant le jour, dans leur atmosphère, l'oxigène de l'acide qu'ils ont produit à l'obscurité. S'il n'y a point d'illusion dans ce résultat, qui a été faible, mais constant dans toutes mes expériences, il signale le passage de l'état acide à l'état sucré, en indiquant que l'acidité du verjus tient à la fixation du gaz oxigène atmosphérique, et que cette acidité disparaît lorsque le fruit ne puise que du carbone dans l'air ou dans l'acide carbonique.

Les fruits verts décomposent, en tout ou en partie, non-

seulement l'acide carbonique qu'ils ont produit pendant la nuit, mais, en outre, celui qu'on ajoute artificiellement à leur atmosphère. Quand on fait cette dernière expérience avec des fruits qui sont aqueux, et qui, tels que les pommes et les raisins, n'élaborent que lentement le gaz acide, on voit qu'ils absorbent (1), au soleil, une portion de gaz beaucoup plus grande que ne pourrait le faire un même volume d'eau dans un semblable mélange ; ils dégagent dès-lors l'oxigène de l'acide absorbé, et paraissent ainsi l'élaborer dans leur intérieur.

Leur faculté de décomposer l'acide carbonique s'affaiblit aux approches de la maturité.

Ils s'approprient, dans leur végétation, l'oxigène et l'hydrogène de l'eau, en lui faisant perdre l'état liquide.

Ces résultats ne s'observent souvent que dans des volumes d'air qui excèdent trente ou quarante fois le volume du fruit, et qu'en affaiblisant beaucoup l'action échauffante du soleil ; si l'on néglige ces précautions, plusieurs fruits corrompent l'air, même au soleil, en formant de l'acide carbonique avec l'oxigène ambiant ; mais encore, dans cette dernière circonstance, la seule comparaison de leur effet à l'obscurité avec celui qu'ils produisent sous l'influence successive de la nuit et du soleil, démontre qu'ils décomposent l'acide carbonique.

Les différences entre les résultats de M. Bérard et les miens viennent principalement de ce qu'il a renfermé les fruits dans un espace qui n'excédait que six ou huit

(1) L'absorption au soleil, dans un mélange d'une partie d'acide carbonique et de 20 parties d'air, est égale aux deux tiers environ du volume de ces fruits.



fois leur volume, et qui était trop étroit pour qu'ils ne souffrissent pas du voisinage ou du contact des parois du récipient échauffé par le soleil : quelques plantes grasses résistent à cette épreuve, et mes résultats avec le *cactus* peuvent avoir engagé ce chimiste à traiter les fruits par le même procédé ; mais plusieurs d'entre eux exigent plus de ménagement, non-seulement que les plantes grasses, mais même que les feuilles les plus délicates. Je crois encore qu'il aurait dû alimenter les fruits par une petite quantité d'eau : l'apparence de fraîcheur qu'il leur a trouvée après l'expérience pourrait être fondée, s'il s'agissait de feuilles qui perdent leur port et leur consistance par le moindre desséchement ; mais elle a peu de valeur pour des fruits épais et charnus qui peuvent se détériorer et perdre de leur poids, sans en donner aucun indice à la seule inspection.

Si mes remarques ont signalé une légère erreur sur ce seul point du Mémoire de M. Bérard, il est trop riche en faits nouveaux et bien observés pour qu'elles en diminuent la valeur.

Sur *les Lois des mouvemens des fluides, en ayant égard à l'adhésion des molécules.*

Par M. Navier.

Les illustres géomètres d'Alembert et Euler, qui, les premiers, ont représenté, au moyen d'équations aux différences partielles, les lois générales de l'équilibre et du mouvement des fluides, ont regardé ces corps comme un

assemblage de molécules susceptibles de prendre les unes par rapport aux autres des mouvemens quelconques, sans opposer aucune résistance. Ils n'ont point considéré non plus les forces d'attraction qui pouvaient exister entre les molécules du fluide et celles des parois des vases dans lesquels il était contenu. Les savans qui ont, après eux, traité la question du mouvement des fluides ont adopté l'hypothèse des premiers inventeurs. M. de Laplace est le seul qui ait recherché les lois de l'équilibre des fluides incompressibles, en ayant égard aux actions moléculaires dont je viens de parler.

Lorsqu'un fluide est en équilibre, ses molécules intérieures se placent, les unes par rapport aux autres, à des distances qui conviennent à leur température actuelle, que je suppose uniforme dans toute l'étendue du fluide. Il en est de même lorsque toutes ces molécules sont animées d'un mouvement commun. Dans ces deux cas, les actions exercées sur chaque molécule de la part de toutes celles qui l'entourent se détruisent réciproquement, en sorte que ces actions n'ont aucune influence sur l'état du fluide. La figure de sa surface libre seulement est modifiée d'après la nature des parois du vase, suivant des lois que M. de Laplace a soumises au calcul. Mais quand un fluide est animé d'un mouvement tel que ses molécules se déplacent continuellement les unes par rapport aux autres, il s'exerce entre ces molécules, et il s'exerce aussi entre elles et les molécules fixes des parois solides, des actions auxquelles il faut nécessairement avoir égard si l'on veut connaître les véritables lois du mouvement.

La nécessité d'avoir égard aux actions dont il s'agit résulte des différences considérables ou totales que pré-

sentent les effets naturels, et les conséquences déduites des équations établies par d'Alembert et Euler. En appliquant, par exemple, ces équations au cas du mouvement de l'eau qui s'écoule hors d'un vase par un tuyau dont le diamètre est très-petit, elles conduisent, comme l'on sait, à attribuer à l'eau une vitesse qui surpasse quelquefois beaucoup celle qu'on observe effectivement, et qui est soumise à des lois différentes.

L'objet qu'on s'est proposé est la recherche des valeurs des forces qui proviennent des actions moléculaires, et qui doivent être introduites dans les équations du mouvement des fluides ; l'emploi de ces valeurs complètera l'expression analytique des lois générales de ce mouvement, expression que M. Fourier vient de perfectionner sous un point de vue plus important, en prenant en considération les différences de température qui peuvent exister entre les diverses parties du fluide.

I. En examinant les circonstances du mouvement d'un fluide homogène et incompressible, et cherchant à distinguer les élémens dont dépendent les forces dont il s'agit, on reconnaît que ces forces ne peuvent provenir que des variations qu'éprouveraient, d'un point à l'autre du fluide, les valeurs de la pression et de la vitesse. En effet, si dans l'intérieur d'une masse fluide la pression est uniforme, et si toutes les molécules sont animées d'un mouvement commun, on ne conçoit pas qu'il puisse exister entre ces molécules des actions en vertu desquelles ce mouvement serait altéré.

Il paraît d'ailleurs, d'après un grand nombre d'expériences, que l'intensité de la pression n'influe pas sensiblement sur les résistances provenant des actions molé-

culaires qui s'exercent entre les parties d'un fluide en mouvement. C'est donc dans les différences que présentent, soit en grandeur, soit en direction, les vitesses des molécules voisines, qu'il faut chercher la cause de ces résistances.

En considérant un fluide incompressible en équilibre, dont la surface est soumise à une pression qui tend à diminuer son volume, nous concevons que deux molécules voisines quelconques sont dans le même cas que s'il existait entre elles un ressort que la pression a contracté d'une quantité insensible, et qui s'oppose au rapprochement de ces molécules. Si le fluide vient à se mouvoir, et que toutes les molécules, étant emportées par un mouvement commun, conservent leurs situations respectives, l'état de ces ressorts ne change point, et aucune nouvelle action ne s'établit dans l'intérieur du fluide. Mais s'il arrive, par l'effet de la diversité des mouvemens des particules voisines, que les deux molécules dont il s'agit tendent à s'approcher ou à s'éloigner l'une de l'autre, le ressort établi entre elles sera contracté davantage dans le premier cas, et le sera moins dans le second. Nous admettons, d'après cette circonstance, que l'effet de la diversité de ces mouvemens est de modifier les actions qui existaient entre les molécules dans l'état d'équilibre, ou d'un mouvement commun à toutes, actions qui n'avaient d'ailleurs aucune influence sur ce mouvement. Dans les deux cas dont je viens de parler, une molécule est également pressée par toutes celles qui l'entourent. Dans le cas général d'un mouvement quelconque, cette molécule est pressée davantage par celles qui s'en approchent; elle est moins pressée par

celles qui s'en éloignent. L'augmentation de pression de la part des premières, la diminution de pression de la part des secondes, constituent des forces qui tendent à modifier le mouvement de la molécule, et qui se combinent avec les forces accélératrices agissant sur le fluide. La modification du mouvement ne dépend pas de l'intensité de la pression, ou de l'intensité des efforts existant entre les molécules : elle dépend de l'accroissement ou de la diminution que subissent ces efforts quand les molécules tendent à s'approcher ou à s'écarter. Cet accroissement ou cette diminution dépendent eux-mêmes entièrement, ou presque entièrement, ainsi que l'expérience l'enseigne, de la vitesse rélative des molécules, et non pas de la grandeur de la pression.

D'après ces considérations, nous adoptons, dans les recherches dont il s'agit, le principe suivant. Lorsque deux molécules du fluide, par suite de la diversité de leurs mouvemens, s'approchent ou s'écartent l'une de l'autre, il existe entre elles une répulsion ou une attraction dont l'intensité dépend de la vitesse avec laquelle ces molécules s'approchent ou s'écartent mutuellement.

En observant d'ailleurs que cette attraction ou répulsion est de la nature des forces moléculaires, qui n'ont lieu qu'entre des molécules très-voisines, et peut être considérée comme nulle pour les molécules dont la distance a une grandeur sensible, on voit que les molécules dont on considérera l'action mutuelle n'auront jamais que des vitesses très-peu différentes, c'est-à-dire, s'approcheront ou s'écarteront l'une de l'autre avec une vitesse extrêmement petite. Par conséquent, quelle que soit en général la fonction de la vitesse rélative des molécules qui doit

représenter leur action mutuelle, n'ayant à considérer que des valeurs très-petites de cette vitesse, nous pourrons supposer que l'action des molécules lui est proportionnelle.

D'après cela, nommant m, m' les masses de deux molécules; v, v' leurs vitesses; λ, λ' les angles formés par les directions de ces vitesses avec la ligne qui joint les molécules, on admettra qu'il existe entre elles une répulsion proportionnelle à

$$m\, m' \left(v \cos.\lambda - v' \cos.\lambda' \right);$$

force qui devient attraction si cette quantité est négative. De plus, cette expression doit être multipliée par une fonction de la distance ρ des molécules, qui décroisse très-rapidement quand ρ augmente, et devienne sensiblement nulle quand ρ a une valeur sensible.

II. Ce principe admis, et considérant à un instant donné un point quelconque m du fluide (que je suppose incompressible, et ayant par-tout une densité uniforme), l'expression analytique des forces agissant sur la molécule placée en ce point pourra être trouvée comme il suit:

Représentons par x, y, z les trois coordonnées rectangulaires du point m; par u, v, w, les trois vitesses de la molécule placée en ce point dans le sens de ces coordonnées, vitesses qu'il faut considérer comme des fonctions de x, y, z. Considérons ensuite une molécule m' voisine de m, dont les trois coordonnées soient $x+\alpha$, $y+\beta$, $z+\gamma$, on aura les vitesses de m' en mettant ces coordonnées à la place de x, y, z dans les expressions de u, v, w en x, y, z. Le théorême de Taylor fournit donc les expressions des vitesses de m' en fonction, 1° de α, β, γ; 2° des différences partielles de u, v, w prises par rapport à x, y, z.

Ayant ces expressions, on peut, par les lois de la composition des vitesses, déterminer la différence des vitesses des molécules m, m' estimées suivant la ligne mm' qui joint ces molécules; différence à laquelle la force, agissant de m' sur m est proportionnelle, d'après le principe adopté. Attribuant ensuite à α, β, γ toutes les valeurs possibles, on connaîtra les actions qui s'exercent ainsi sur la molécule m de la part de toutes celles m' qui l'environnent. Il restera enfin à composer toutes ces actions en une seule, pour connaître la force dont la molécule m doit être supposée animée par l'effet des actions moléculaires existant entre les parties du fluide. Cette composition faisant disparaître les coordonnées α, β, γ, ou celles qu'on leur aura substituées pour faciliter les intégrations, il ne reste dans l'expression que les différences partielles de u, v, w, et une constante relative à l'intensité de l'adhérence des molécules du fluide.

Le calcul que l'on vient d'indiquer (dont la forme est semblable à celle d'un autre calcul analogue, exposé en détail dans un Mémoire sur les lois de l'équilibre et des mouvemens des corps solides élastiques, que j'ai présenté, le 14 mai 1821, à l'Académie des Sciences) conduit au résultat suivant. Les trois forces agissant sur la molécule m dans les sens des coordonnées x, y, z, considérées comme tendant à augmenter ces coordonnées, ont respectivement pour expressions :

$$\varepsilon\left(3\frac{d^2u}{dx^2}+\frac{d^2u}{dy^2}+\frac{d^2u}{dz^2}+2\frac{d^2v}{dx\,dy}+2\frac{d^2w}{dx\,dz}\right),$$

$$\varepsilon\left(\frac{d^2v}{dx^2}+3\frac{d^2v}{dy^2}+\frac{d^2v}{dz^2}+2\frac{d^2u}{dx\,dy}+2\frac{d^2w}{dy\,dz}\right),$$

$$\varepsilon\left(\frac{d^2w}{dx^2}+\frac{d^2w}{dy^2}+3\frac{d^2w}{dz^2}+2\frac{d^2u}{dx\,dz}+2\frac{d^2v}{dy\,dz}\right).$$

ε est la constante dont on a parlé plus haut. Plusieurs expériences apprennent que cette constante a des valeurs différentes pour divers fluides, et varie sensiblement pour chaque fluide avec la température. On pourrait la considérer aussi comme variant avec la pression ; mais, comme on l'a déjà observé, les faits connus établissent, au contraire, que la constante ε est sensiblement indépendante de la force qui tend à comprimer les différentes parties du fluide. On peut voir sur ce point les ouvrages de MM. Coulomb, Dubuat, de Prony, Girard.

Les expressions précédentes sont très-remarquables : on peut observer que diverses questions dépendantes du calcul aux différences partielles, et relatives à des phénomènes différens, ont conduit à des expressions analytiques de formes semblables entre elles. Mais si l'on excepte les recherches sur les corps élastiques cités ci-dessus, on ne sache pas que des formules analogues aux précédentes se soient encore présentées aux géomètres.

III. La molécule placée au point m étant donc soumise, par suite des mouvemens des molécules voisines, à des forces dirigées dans le sens de chaque axe et données par les trois expressions de l'article précédent, ces expressions doivent être ajoutées, dans les équations générales du mouvement des fluides, aux quantités X, Y, Z, par lesquelles on représente les forces accélératrices supposées agir sur la molécule. Ces équations deviennent alors :

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx}=X+\varepsilon\left(3\frac{d^2u}{dx^2}+\frac{d^2u}{dy^2}+\frac{d^2u}{dz^2}+2\frac{d^2v}{dx\,dy}+2\frac{d^2w}{dx\,dz}\right)$$
$$-\frac{du}{dt}-\frac{du}{dx}.u-\frac{du}{dy}.v-\frac{du}{dz}.w;$$

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dy}=Y+\varepsilon\left(\frac{d^2v}{dx^2}+3\frac{d^2v}{dy^2}+\frac{d^2v}{dz^2}+2\frac{d^2u}{dx\,dy}+2\frac{d^2w}{dy\,dz}\right)$$
$$-\frac{dv}{dt}-\frac{dv}{dx}.u-\frac{dv}{dy}.v-\frac{dv}{dz}.w;$$

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dz}=Z+\varepsilon\left(\frac{d^2w}{dx^2}+\frac{d^2w}{dy^2}+3\frac{d^2w}{dz^2}+2\frac{d^2u}{dx\,dz}+2\frac{d^2v}{dy\,dz}\right)$$
$$-\frac{dw}{dt}-\frac{dw}{dx}.u-\frac{dw}{dy}.v-\frac{dw}{dz}.w;$$

p représentant la pression au point m, et ρ la densité du fluide. Il faut y joindre l'équation de continuité :

$$\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}=0.$$

IV. Pour donner une application des résultats précédens, on supposera que toutes les molécules du fluide se meuvent parallèlement entre elles, comme cela pourrait avoir lieu dans un tuyau rectiligne dont le diamètre serait très-petit et la longueur considérable.

En supposant l'axe de ce tuyau parallèle aux x, on aura donc $v=0$, $w=0$. Le fluide étant soumis à l'action de la gravité, nommant θ l'angle que l'axe des x fait avec l'horizon, on aura, en supposant que la gravité tend à augmenter les x et les z,

$$X=g\sin.\theta,\ Y=0,\ Z=g\cos.\theta.$$

L'équation de continuité se réduit à

$$\frac{du}{dx}=0;$$

ce qui apprend que u est seulement fonction de y, z, t; et en ayant égard à cette dernière condition, les trois premières équations deviennent :

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx}=g\sin.\theta+\varepsilon\left(\frac{d^2u}{dy^2}+\frac{d^2u}{dz^2}\right)-\frac{du}{dt}$$

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dy}=0$$

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dz}=g\cos.\theta.$$

Je considérerai le tuyau comme formé par quatre plans rectangulaires, dont deux coïncident avec les plans des xz et des yz, et je nommerai b, c la largeur et la hauteur de ce tuyau.

J'admettrai de plus qu'il existe contre les parois solides une couche extrêmement mince de fluide immobile, ou que ces parois sont formées de la substance même du fluide, qui aurait été solidifiée. Alors la vitesse u devra être nulle dans toute l'étendue de ces parois; en sorte qu'on devra avoir $u=0$ quand on supposera $y=0$, $y=b$; et $z=0$, $z=c$.

Supposons qu'une masse de fluide ait été placée dans le tuyau, où elle occupe une longueur λ; que des pressions P, P' soient exercées constamment aux points supérieurs des deux extrémités du fluide; qu'à un instant donné, le filet de molécules fluides dont les coordonnées sont y, z, ait reçu une vitesse initiale exprimée par $\varphi(y, z)$. Il s'agit de connaître le mouvement que

prendra le fluide. La solution de cette question sera donnée par des expressions de p et u en x, y, z, t, qui, outre la condition énoncée ci-dessus, devront encore remplir les suivantes :

1°. Ces expressions satisferont aux équations différentielles.

2°. L'expression de p devra devenir égale à P et P' quand on y fera $z=0$, et quand on donnera à x les valeurs qui conviennent aux deux extrémités du fluide ; en sorte que si nous nommons a la distance variable de l'extrémité supérieure du fluide à l'origine des x, il faudra que l'on ait $p=P$ quand $x=a$, $z=0$; et $p=P'$ quand $x=a+\lambda$, $z=0$.

3°. L'expression de u en y, z, t doit devenir $u=\varphi(y,z)$ quand $t=0$.

Pour simplifier un peu les expressions, nous représenterons par Z, Z' les hauteurs des colonnes de fluide auxquelles seraient dues les pressions P, P'. Si l'on conçoit le système dans une situation donnée, et qu'on nomme ζ la différence de niveau des extrémités supérieures de ces deux colonnes, il est visible que l'on aura :

$$Z+\lambda \sin.\theta=\zeta+Z', \text{ d'où } \sin\theta=\frac{\zeta+Z'-Z}{\lambda};$$

et parce que le tuyau est supposé rectiligne, cette relation subsiste pendant toute la durée du mouvement.

Cela posé, la solution cherchée est comprise dans les deux équations suivantes :

$$p=\rho g Z+\rho g(Z'-Z)\frac{x-a}{\lambda}+\rho g z \cos.\theta$$

$$= SS \left\{ \begin{array}{l} \frac{\rho g \cdot \zeta}{\varepsilon \cdot \lambda} \frac{4^2 . b^2 c^2}{\pi^4 . mn (m^2 c^2 + n^2 b^2)} \left(1 - e^{-\frac{\pi^2 . \varepsilon}{\rho \cdot b^2 c^2} (m^2 c^2 + n^2 b^2) . t} \right) \\ + \frac{4}{bc} \int_0^b \int_0^c d\zeta \, d\gamma \sin . \frac{m\pi\zeta}{b} \cdot \sin . \frac{n\pi\gamma}{c} \cdot \phi(\zeta, \gamma) \cdot e^{-\frac{\pi^2 . \varepsilon}{\rho . b^2 . c^2} (m^2 c^2 + n^2 b^2) . t} \end{array} \right\} \sin . \frac{m\pi y}{b} \sin . \frac{n\pi z}{c} .$$

ζ, γ sont des variables auxiliaires qui disparaissent en effectuant l'intégration indiquée. Le signe SS indique qu'il faut développer en série la quantité affectée de ce signe, en donnant à m, n toutes les valeurs entières possibles, depuis 1 jusqu'à l'infini. Seulement on ne doit mettre pour m, n que des nombres impairs dans le premier terme de la parenthèse, et quand une des quantités m, n sera supposée paire, on écrira o à la place de ce terme. Les séries obtenues ainsi sont nécessairement convergentes, et leur convergence est assez rapide pour que le calcul n'en soit nullement pénible. On peut vérifier en effet (en ayant égard aux théorêmes donnés par M. Fourier pour développer les fonctions arbitraires en séries de sinus et de cosinus d'arcs multiples) que ces deux expressions satisfont aux équations différentielles, aussi bien qu'à toutes les conditions de la question. On peut démontrer d'ailleurs qu'il n'existe aucune autre solution qui ne coïncide nécessairement avec celle-ci. Elle offre les conséquences suivantes :

La pression varie uniformément d'une extrémité à l'autre de la masse fluide.

Soit qu'il y ait où non des vitesses initiales imprimées au fluide, les vitesses des filets s'approchent continuellement de limites qu'elles ne peuvent dépasser. Quand il n'y a point de vitesses initiales, les vitesses augmentent progressivement en s'approchant de ces limites.

Après un temps d'autant moindre que le rapport $\frac{\rho}{\varepsilon}$ est plus grand, et la grosseur du tuyau plus petite, ces vitesses ne diffèrent pas sensiblement de celles données par l'expression :

$$u = \frac{\rho g . \zeta}{\varepsilon . \lambda} \frac{4^2 . b^2 . c^2}{\pi^4} SS \frac{\sin. \frac{m \pi y}{b} \sin. \frac{n \pi z}{c}}{mn(m^2 c^2 + n^2 b^2)},$$

où m, n ne représentent que des nombres impairs. Alors le mouvement du fluide est uniforme. Les vitesses, nulles contre les parois, sont les plus grandes dans l'axe du tuyau. Elles sont égales pour des points placés symétriquement par rapport aux plans parallèles aux faces, et passant par cet axe. La vitesse moyenne, dont la valeur est

$$\frac{1}{bc} \int_0^b \int_0^c u . dy\, dz,$$

a pour expression :

$$\frac{\rho g . \zeta}{\varepsilon . \lambda} \frac{4^3 . b^2 c^2}{\pi^6} SS \frac{1}{m^2 n^2 (m^2 c^2 + n^2 b^2)};$$

en sorte que, pour divers tuyaux, elle est proportionnelle au rapport $\frac{\zeta}{\lambda}$, et au carré de leur côté, si la section de ces tuyaux est carrée.

V. La solution précédente peut s'appliquer au cas où l'on considérerait une portion de tuyau établissant une communication entre deux vases : λ est la longueur du tuyau. Mais l'application que l'on ferait de cette solution au cas dont il s'agit supposerait qu'à l'extrémité supérieure du tuyau les molécules entrent avec des vitesses

exprimées par la valeur ci-dessus de u, et qu'elles sont libres de sortir à l'extrémité inférieure avec les mêmes vitesses ; circonstance qui probablement n'a pas lieu. On conçoit toutefois que cette différence doit en apporter d'autant moins dans les résultats, que la longueur du tuyau est plus considérable par rapport à sa grosseur ; en sorte qu'il doit y avoir un certain rapport de la longueur à la grosseur au-delà duquel les formules peuvent s'accorder sensiblement avec les observations.

Les observations les plus propres à vérifier les résultats précédens sont celles faites par M. Girard sur l'écoulement de l'eau et de divers fluides dans des tubes capillaires cylindriques. En consultant ces expériences (*voyez* les *Mémoires de la Classe des Sciences physiques et mathématiques* pour 1813, 1814 et 1815, pag. 265 à 289), on verra qu'il existe, pour chaque charge d'eau, une limite de la longueur des tuyaux, au-delà de laquelle la loi de la vitesse est donnée par l'équation :

$$\frac{gDh}{4l} = au;$$

D étant le diamètre du tuyau, l sa longueur représentée précédemment par λ, et h la hauteur de la charge représentée ci-dessus par ζ. La lettre a représente un coefficient constant pour un même tuyau, mais qui diminue quand le diamètre augmente ; en sorte que le diamètre variant de $0^m,00183$ à $0^m,00296$, a a varié à-peu-près dans le rapport de $0,0035$ à $0,0027$. Ces résultats (*voyez* les pages 286 et 287 de l'ouvrage cité) sont tout-à-fait contraires aux notions admises jusqu'alors par les savans qui s'étaient occupés de cette matière ; mais le grand nom-

bre et l'exactitude des observations sur lesquelles ils sont fondés ne permettent pas de les révoquer en doute.

Ils confirment d'ailleurs les conséquences de l'analyse précédente. En effet, il résulte d'abord de cette analyse que la vitesse moyenne est proportionnelle au rapport $\frac{\zeta}{\lambda}$ ou $\frac{h}{l}$, comme M. Girard l'a trouvé. Quant à la manière dont cette vitesse varie avec la grosseur du tuyau, le calcul apprend que, pour un tuyau carré, elle croît comme le carré du côté. Il résulte des expériences que, pour un tuyau cylindrique, la vitesse croît beaucoup plus rapidement que le diamètre. Il faudrait avoir répété sur un tuyau cylindrique les calculs faits ci-dessus pour un tuyau carré, pour savoir suivant quelle fonction du diamètre la vitesse doit varier, et être assuré qu'elle s'accorde avec les observations. En attendant que ce calcul, plus composé que le précédent, ait été effectué, et eu égard à ce que la nature des considérations sur lesquelles l'analyse est fondée indique évidemment que la vitesse moyenne doit croître plus rapidement que le diamètre, je crois pouvoir conclure que cette analyse est conforme aux effets naturels, et donne l'explication d'une classe de phénomènes avec lesquels les idées reçues étaient en contradiction.

Il est important de remarquer d'ailleurs que l'eau coule avec des vitesses très-différentes, à température égale, dans des tuyaux capillaires de diverses matières. On peut en juger en comparant les élémens des deux expériences suivantes, dont la première est prise dans les Mémoires cités, page 274; et la seconde dans les

Mémoires de l'Académie des Sciences pour 1816, page 196.

	Tuyau de cuivre.	Tuyau de verre.	
Diamètre des tuyaux.......	0^m,00183	0^m,001824	
Longueur des tuyaux.......	0,992	0,939	
Charge sur l'orifice.......	0,2	0,1824	
Température	5°	4°	6°
Temps employé à remplir $\frac{1}{4}$ de litre	255″	911″	855″.

On voit que l'eau, dans des tubes de ce diamètre et de cette longueur, coule trois à quatre fois plus lentement dans le verre que dans le cuivre.

Il paraît résulter de ce rapprochement qu'il s'exerce de la part de la paroi solide une action sur le liquide en mouvement qui influe considérablement sur les effets, et qu'il ne serait pas permis, dans les phénomènes du genre de ceux dont il s'agit, de supposer qu'une couche de fluide très-mince adhérant à la surface des corps qu'elle mouille agit seule sur le fluide en mouvement. La solution de l'art. IV convient bien à l'hypothèse sur laquelle elle est fondée : elle donne la loi générale du mouvement du fluide, loi qui est la même, quelle que soit la nature de la paroi ; et de plus elle donnerait aussi la valeur absolue de la vitesse, dans le cas particulier où l'action des molécules de la paroi sur celles du fluide serait égale à l'action de ces molécules sur elles-mêmes. Mais, dans tout autre cas, la vitesse a d'autres valeurs absolues ; et la théorie de ce genre de phénomènes ne

sera entièrement formée qu'autant que l'on aura pris en considération les forces particulières émanant des molécules des parois fixes.

Examen *analytique de deux farines désignées sous les noms de* farine de blé d'Odessa et farine de blé français.

Par M. Henry.

L'Administration des hôpitaux de Paris m'ayant donné ces deux espèces de farine à examiner, ainsi que du pain confectionné avec chacune d'elles; quoique l'analyse des blés et farines eût été déjà faite par un grand nombre de chimistes; que Fourcroy et MM. Vauquelin, Thomson et autres aient annoncé tout ce que ces substances contiennent; comme nous avons trouvé une différence dans les produits, j'ai pensé que ce travail ne serait pas sans utilité : c'est le seul motif qui me détermine à le publier. Voici l'ordre de l'examen : nous avons, 1° établi comparativement les caractères physiques tels que la couleur, l'odeur, la saveur. La farine du blé d'Odessa était d'une couleur jaunâtre sale, d'une saveur à-peu-près nulle, laissant cependant dans la bouche un arrière-goût de poussière, d'une odeur non désagréable, mais se rapprochant de celle de la poussière; elle était un peu rude au toucher, moins onctueuse, contenant beaucoup de petits points jaunâtres.

La farine de blé français était d'un blanc assez beau,

d'une odeur franche, d'une saveur agréable, plus douce au toucher.

2°. Nous avons fait avec chacune de ces farines une pâte au moyen de l'eau, et nous avons indiqué les quantités d'eau absorbées pour la confection de ces pâtes, ainsi que leurs propriétés physiques.

La farine de blé d'Odessa absorba 60 parties d'eau pour cent; celle du blé français 45 parties.

La pâte de farine de blé d'Odéssa avait un aspect jaunâtre sale; elle était élastique, tenace; broyée entre les dents, elle développait une saveur amère : la pâte de farine de blé français était d'un blanc grisâtre, élastique, moins tenace que la précédente, d'une saveur douce.

3°. Nous avons lavé ces pâtes séparément sous un petit filet d'eau en les malaxant sans discontinuer entre les mains; par ce moyen, nous avons obtenu tout le *gluten* qui, bien lavé, a été pesé, puis séché dans une étuve à 40 degrés centigrades, et pesé de nouveau; il perdit alors les deux tiers de son poids.

Le gluten obtenu du blé d'Odessa pesait 36,5 frais, et 12 à l'état sec; ce gluten avait un aspect grisâtre, très-élastique, très-tenace, et paraissait d'une très-bonne nature.

Le gluten retiré du blé français pesait 24,5 frais et 8 sec. Il était grisâtre, élastique, tenace; il s'est conservé plus long-temps dans l'eau, sans s'altérer, que celui du blé d'Odessa.

4°. L'eau du lavage des farines contenant l'amidon a été filtrée afin de séparer ce principe amilacé, qui, lavé, séché et pesé, a présenté les caractères suivans pour chaque farine :

L'amidon du blé d'Odessa était d'un blanc grisâtre, rude au toucher et croquait sous les dents. Il pesait 66. Celui du blé français était d'un blanc plus prononcé, moins rude au toucher : son poids était de 70.

5°. L'eau des lavages filtrée ne précipitait nullement en bleu par la teinture d'iode; elle était légèrement opaque : celle provenant du blé d'Odessa avait une amertume prononcée qu'on ne trouvait pas dans celle du blé français. Cette eau, chauffée à une douce chaleur, a déposé une matière que nous avons reconnu être de l'albumine; évaporée à siccité à la chaleur du bain-marie, celle du lavage du blé d'Odessa a fourni un résidu d'un brun rougeâtre, et l'autre d'un brun jaunâtre. Ces résidus étaient visqueux, un peu sucrés; celui de la farine du blé d'Odessa était légèrement amer. Traités par l'eau pour en séparer l'albumine, nous avons évaporé de nouveau ce liquide en consistance d'extrait.

6°. La matière extractive a de nouveau été soumise à l'action de l'alcool à 40°, afin d'en séparer la portion de sucre qu'elle devait contenir. La quantité de sucre obtenu était à-peu près la même. Cependant celui fourni par le blé d'Odessa était coloré et légèrement amer.

7°. Le résidu insoluble dans l'alcool, traité par l'eau et rapproché, était visqueux, légèrement blanchâtre, sans saveur prononcée, un peu coloré; la potasse silicée formait un précipité (ce qui indique la présence de la gomme). L'iode n'y produisait rien, le sublimé corrosif également rien. L'acide nitrique faible, à l'aide de la chaleur, a produit un précipité blanc qui, bien lavé, était comme cristallisé, insoluble dans l'eau froide et un peu soluble à chaud, légèrement acide sous la dent,

et se décomposant par la chaleur comme la substance végétale. Cette poudre, calcinée, a laissé un petit résidu insoluble dans les acides : c'était sans doute de la silice.

L'acide nitrique provenant du traitement de la matière gommeuse précipitait en bleu par le prussiate de potasse ; il contenait aussi un peu de chaux.

Il faut observer cependant que le fer pouvait provenir de l'armature des meules, et qu'il n'est pas exactement prouvé qu'il soit fourni par le blé.

8°. Pour déterminer quels sont les sels contenus dans ces farines, nous avons pris 100 parties de chacune, et nous les avons calcinées légèrement dans un creuset de platine.

Le résidu charbonneux, pulvérisé et traité par l'eau bouillante, filtré et évaporé à siccité, a donné pour chaque farine environ 0,15 de matière saline et une petite quantité de silice.

9°. Enfin, le charbon traité à chaud par l'acide hydrochlorique a été lavé ; l'eau du lavage précipitait en bleu par le prussiate de potasse, n'indiquait pas de chaux, mais contenait un peu de soufre, provenant sans contredit d'un peu de sulfate décomposé par le charbon.

Nous avons également examiné le pain confectionné avec ces deux espèces de farine, dans la boulangerie générale des hôpitaux.

Le pain de blé d'Odessa avait une amertume sensible que l'on ne trouvait pas dans celui de blé français, mais il se conservait plus long-temps frais.

Outre le blé français, nous avons examiné la farine dite *de gruau*, avec laquelle on prépare le pain parfaitement blanc. Comme cette farine ne présente rien de

particulier, nous ne croyons pas devoir reproduire ici les tableaux qui ont été dressés par le Conseil-général des hôpitaux de Paris.

(Extrait du *Journ. de Pharm.* VIII. 51.)

Analyse *de la Pierre météorique de Juvénas.*

(Lu à l'Académie des Sciences le 29 janvier 1822.)

Par M. Laugier.

J'ai lu, il y a près de deux ans, à l'Académie des Sciences, un Mémoire sur la pierre météorique tombée à Jonzac le 13 juin 1819.

Cet aérolithe, d'après mes expériences, différait de tous ceux jusque là analysés, 1° parce qu'il était dépourvu de nickel; 2° en ce qu'il ne renfermait qu'une très-petite quantité de soufre et de magnésie comparativement aux autres aérolithes; 3° en ce qu'il contenait beaucoup plus qu'eux de chaux et d'alumine.

Le chrôme y existant aussi dans la proportion ordinaire d'environ un centième, j'avais conclu de mes expériences que ce métal devait être considéré comme le caractère vraiment distinctif des aérolithes, jusqu'à ce que l'on eût constaté qu'au moins l'un d'eux ne contenait point ce métal.

Quoique j'eusse apporté beaucoup de soin dans l'examen que j'avais fait de la pierre météorique de Jonzac, j'avais hésité long-temps à en communiquer le résultat à

l'Académie, tant l'absence du nickel me semblait extraordinaire et en contradiction avec les analyses publiées jusqu'à cette époque par les chimistes les plus habiles.

Aujourd'hui je présente avec plus de confiance les résultats de mon analyse de la pierre météorique dont la chute a récemment eu lieu à Juvénas, département de l'Ardêche; car ils concordent parfaitement avec ceux que j'avais obtenus de la pierre de Jonzac.

On se rappelle que la pierre de Juvénas est tombée le 15 juin 1821, que sa masse était du poids de 112 kilogrammes, que sa chute a été accompagnée des phénomènes que l'on observe en pareilles circonstances.

Un fragment de cette masse a été envoyé par M. le maréchal duc d'Albuféra à l'Académie des Sciences, qui a chargé M. Vauquelin d'en faire l'examen.

M. Vauquelin a rendu compte verbalement à l'Académie de son travail. Il a reconnu avec son habileté ordinaire toutes les substances que cette pierre renferme; il n'y a point aperçu de nickel, il y a trouvé du chrôme; mais comme ses occupations ne lui ont pas permis de déterminer d'une manière précise les proportions de chacune des substances qui y sont contenues, il m'a invité à m'occuper de ces détails.

La pierre de Juvénas, au premier aspect, ressemble à toutes les autres pierres météoriques; elle est plus friable que la plupart d'entre elles : aussi se réduit-elle en poudre aisément, et sans qu'aucun globule de fer oppose de résistance au pilon, comme on le remarque dans le plus grand nombre des aérolithes anciennement connus.

Elle diffère de ceux-ci en ce que l'on aperçoit à l'œil

simple et parfaitement à la loupe de petits cristaux dont le clivage est sensible, et que des naturalistes croient devoir considérer comme du feld-spath. L'analyse paraît venir à l'appui de cette opinion.

Elle est difficilement attaquée par les acides; 5 à 6 parties d'acide, soit nitrique, soit hydro-chlorique, soit même d'un mélange de ces acides, ne lui ont guère enlevé qu'un tiers de son poids. Ces dissolutions ne se chargent que d'une portion du fer, de l'alumine et de la chaux; la plus grande partie de ces substances reste dans la portion non attaquée; on n'y trouve presque aucune trace de silice, point de chrôme, mais seulement une petite quantité d'acide sulfurique provenant du soufre de la pierre lorsqu'on s'est servi d'acide nitrique; quand on emploie l'acide hydro-chlorique, le soufre se dégage avec l'hydrogène : ce dégagement est très-sensible à l'odorat.

Le traitement par la potasse est beaucoup plus facile et plus exact. Dès la première action de la chaleur, la substance se colore en jaune; lorsque la fusion est complète, elle prend une couleur verte intense : cette dernière couleur, due au manganèse, se communique à l'eau dont on se sert pour délayer la masse; cette dissolution alcaline, chauffée jusqu'à l'ébullition, laisse déposer la combinaison de manganèse et de potasse qui la verdissait, et elle conserve une couleur jaune fournie par le chrôme de la pierre.

Cette dissolution jaune alcaline, sur-saturée par de l'acide nitrique, donne, par la dissolution du proto-nitrate de mercure, un précipité jaune orangé qui laisse par la calcination un oxide vert de chrôme. Cet oxide,

fondu avec le borax, lui communique la couleur verte d'émeraude qui le distingue de tous les autres oxides.

La portion de la masse dont la potasse ne s'est point chargée est dissoute facilement et sans résidu dans l'acide hydro-chlorique, qu'elle colore en jaune orangé. Cette dissolution acide se prend en gelée par l'évaporation : en la poussant jusqu'à siccité et en traitant le résidu par l'eau chaude, on obtient toute la silice de la pierre qui ne s'était pas dissoute avec le chrôme dans la potasse.

La dissolution dont la silice a été séparée, réunie aux eaux de lavage, donne par l'ammoniaque un précipité abondant qui, traité humide par de la potasse liquide, se divise en oxide de fer et en alumine.

L'alumine est précipitée de la potasse par la dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque.

Le fer n'est point pur; redissous dans de l'acide hydro-chlorique, dont il faut éviter l'excès, et, mêlé à du succinate d'ammoniaque, on en sépare de l'oxide de manganèse.

La dissolution ammoniacale de laquelle on a isolé les oxides de fer, de manganèse et d'aluminium, n'a pas la moindre couleur bleue qui décèle la présence du nickel ou du cuivre. Cependant, si on la sature d'acide nitrique et qu'on y verse une goutte ou deux d'hydro-cyanate de potasse, toute la liqueur prend une nuance rouge qui annonce l'existence d'une petite quantité de cuivre. Mais le précipité déposé par le repos est si peu abondant que la quantité en est inappréciable.

La dissolution filtrée pour séparer l'hydro-cyanate de cuivre précipite abondamment par l'oxalate d'ammo-

niaque; elle contient donc une quantité assez considérable de chaux.

Après la séparation de l'oxalate de chaux, la dissolution, sur-saturée par un excès de potasse suffisant pour décomposer en totalité les sels ammoniacaux, laisse déposer un léger précipité que j'ai reconnu pour de la magnésie. Quoique cet oxide ne forme pas un centième de la pierre météorique, j'en ai constaté les caractères de manière à ne pas douter de son existence. Combiné à de l'acide sulfurique dont l'excès a été enlevé par la calcination, le sel qui en est résulté a fourni de petits cristaux aiguillés d'une saveur amère, dont la dissolution dans l'eau a été précipitée en partie seulement par un excès d'ammoniaque, puis en partie par la potasse; caractère qui n'appartient qu'à la magnésie, à cause de sa propriété de former un sel triple avec l'ammoniaque.

J'ai fait quatre analyses de la pierre de Juvénas : la première au moyen des acides; la deuxième à l'aide de la potasse; la troisième par l'acide nitrique, dans la vue de déterminer la proportion du soufre; la quatrième par le nitrate de baryte, dans l'intention de constater la quantité de la potasse que M. Vauquelin avait aperçue dans cette pierre, quoiqu'il n'eût point employé ce moyen, le seul sur lequel on peut compter.

Ces diverses analyses, toutes concordantes sur la nature des élémens de la pierre, ont un peu varié sous le rapport des proportions de ces élémens; différence qui doit être attribuée au défaut d'homogénéité qu'elle offre dans toutes ses parties.

La deuxième analyse, celle par la potasse, que je viens

de décrire, et dont la marche plus sûre doit avoir des résultats plus rigoureux, au moins pour les substances les plus abondantes, me semble mériter plus de confiance : ce sont ceux que je vais indiquer.

. 100 parties de la pierre météorique de Juvénas sont formées :

1°. De silice..................	40, ;
2°. D'oxide de fer.............	23,5 ;
3°. D'oxide de manganèse.......	6,5 ;
4°. D'alumine..................	10,4 ;
5°. De chaux...................	9,2 ;
6°. De chrôme..................	1,» ;
7°. De magnésie................	0,8 ;
8°. De soufre..................	0,5 ;
9°. De potasse.................	0,2 ;
10°. De cuivre.................	0,1 ;
Perte indispensable............	3,» ;
Perte dont on ignore la cause...	4,8.
	100,0.

La perte de 4 à 5 centièmes que j'ai constamment éprouvée dans mes analyses, au lieu de l'augmentation que produit ordinairement, dans ces sortes d'analyses, la fixation de l'oxigène sur les métaux que les aérolithes renferment, peut faire présumer que, dans celui de Juvénas, le fer et le manganèse existent à l'état d'oxides. Aucune molécule de ce météorite pulvérisé n'étant attirée par le barreau aimanté, rend cette conjecture plus probable.

En admettant l'existence des métaux à l'état d'oxides, on conçoit comment le poids de la pierre de Juvénas

n'augmente point pendant l'analyse ; mais cette hypothèse ne suffit pas pour rendre compte de la perte que j'ai éprouvée. J'avoue que j'en ignore la cause.

J'avais espéré que la distillation d'une portion de cette pierre me donnerait l'explication de ce fait ; mais, quoique la quantité soumise à cette expérience ait diminué de plusieurs centièmes, je n'ai pu constater la cause de cette perte. L'eau de chaux destinée à recueillir les gaz n'a point été troublée ; il ne s'est même manifesté aucune trace d'humidité ni au col de la cornue, ni dans l'intérieur du petit ballon que j'ai employé. J'ai seulement reconnu que l'eau de chaux contenait une quantité inappréciable d'acide sulfureux, dont l'odeur, dans le reste de l'appareil, était à peine sensible.

La quantité de potasse indiquée dans le résultat de mon analyse est bien faible ; mais si, comme on peut le présumer, cet alcali provient des cristaux de feldspath, inégalement disséminés dans la pierre, sa quantité doit varier comme la proportion de ces cristaux.

Ce que l'analyse de l'aérolithe de Juvénas présente de plus remarquable, c'est l'identité que l'on observe entre sa composition et celle de l'aérolithe de Jonzac.

L'absence complète du nickel, la disparition presque totale du soufre et de la magnésie, remplacés par une abondante quantité de chaux et d'alumine, établissent entre ces deux pierres et les aérolithes précédemment connus des différences très-tranchées.

On retrouve un troisième exemple de cette composition particulière que présentent les pierres de Jonzac et de Juvénas dans un aérolithe tombé, le 13 décembre 1813, aux environs du village de Lontola, dans le gou-

vernement de Wibourg en Finlande. M. Nordenskiold, ingénieur des mines à Abo, et élève du célèbre chimiste suédois Berzelius, a bien voulu me remettre la note suivante sur cet aérolithe, dont il n'a fait l'examen que l'année dernière :

« Ces aérolithes, dit M. Nordenskiold (car on en a » trouvé plusieurs à quelque distance les uns des au» tres), sont très-friables; ils sont recouverts d'une » croûte noire brillante; ils contiennent pour la plupart » une poudre grise, des petits grains d'olivine, et une » substance blanche qui, exposée au chalumeau, offre » tous les caractères de l'amphigène. On n'y trouve pres» que point de parties métalliques qui soient attirables » par le barreau aimanté. »

L'analyse quantitative qu'il en a faite ne lui a présenté aucune trace de nickel. L'auteur n'y a point recherché la présence du chrôme; ainsi l'on ne peut inférer de son analyse que la pierre météorique de Finlande en soit dépourvue.

Quant aux aérolithes de Jonzac et de Juvénas, avec lesquels l'aérolithe de Finlande a une analogie frappante, il est certain que, quoiqu'ils ne renferment pas de nickel, ils contiennent du chrôme, que ce métal s'y trouve dans la proportion d'environ un centième, comme dans tous les aérolithes ordinaires, et j'en conclûrai aujourd'hui avec plus d'assurance encore qu'en 1820, que le chrôme est le caractère le plus constant des aérolithes.

Voilà donc déjà trois pierres météoriques qui ne renferment point de nickel, qui cependant contiennent du chrôme, et dans lesquelles l'alumine et la chaux se trouvent substituées au soufre et à la magnésie, au moins

sous le rapport de la quantité. Pour peu que leur nombre augmente, il nous semble que bientôt on ne pourra plus se dispenser de reconnaître deux variétés de météorites.

L'une comprendrait le plus grand nombre de ces pierres, c'est-à-dire, celles qui renferment du nickel, beaucoup de soufre et de magnésie, peu de chaux et d'alumine. L'autre serait formée des pierres météoriques qui ne contiennent point de nickel, peu de soufre et de magnésie, beaucoup d'alumine et de chaux.

A ces caractères tirés de la nature intime de ces substances, on pourrait joindre des caractères extérieurs qui distinguent la première variété de la seconde.

Les pierres météoriques les plus nombreuses et les plus connues ont plus de solidité que les autres; leurs molécules adhèrent par une force beaucoup plus considérable. On y remarque des globules de fer qui résistent au pilon, et qui sont attirables par le barreau aimanté. Les dernières sont friables, aisées à pulvériser, ne présentent point au pilon les obstacles que les premières lui opposent; elles ne renferment point de globules de fer, et aucune de leurs parties n'est attirable à l'aimant.

Le peu de force de cohésion qui réunit leurs molécules paraît tenir à l'interposition de divers corps étrangers tels que le feld-spath suivant les uns, ou l'amphigène selon les autres. Il en résulte que ces aérolithes sont moins homogènes dans leur structure que ceux qui ont d'abord fixé l'attention des naturalistes.

Je ne fais, au reste, qu'indiquer ces idées; il appartient aux naturalistes de leur donner le développement dont elles pourront être susceptibles.

P. S. Depuis la lecture de ce Mémoire, j'ai voulu m'assurer, par une expérience nouvelle, si la pierre de Juvénas contenait plus de soufre que je n'en avais indiqué. J'ai traité à deux reprises 100 parties de cet aérolithe avec six fois leur poids de nitrate de potasse.

L'acide sulfurique que cette expérience a fourni ne représentait pas une quantité de soufre plus considérable que celle que j'avais obtenue par le nitrate de baryte.

OBSERVATIONS *sur une substance particulière, la naphtaline, ressemblant à une huile essentielle concrète, qui se produit pendant la décomposition du goudron de houille exposé à une chaleur rouge.*

Par M. KIDD, Professeur de chimie à Oxford.

LE Dr KIDD remarque d'abord que, bien que cette substance ait été signalée dans les *Annals of Philosophy* et le *Institution Journal*, il n'a point été donné jusqu'à ce jour, du moins à sa connaissance, aucune description systématique de la méthode à suivre pour l'obtenir, et l'on n'a point examiné ses rapports avec la substance qui l'a produite.

Le Dr Kidd se la procura, mêlée avec plusieurs autres produits, en faisant passer la vapeur du goudron de houille à travers un tube de fer rouge de feu.

Il obtint d'abord dans le vaisseau condensateur un fluide aqueux, d'une odeur ammoniacale, et un liquide

brun foncé, ressemblant par son aspect au goudron ; les propriétés de ces deux corps sont examinées avec beaucoup de détail. Une certaine quantité du liquide brun foncé fut soumise à une distillation ménagée ; il en résulta deux fluides, dont l'un avait l'apparence de l'huile et l'autre celle de l'eau.

Quand ces produits se furent dégagés, il commença à se rassembler dans la partie supérieure et le col de la cornue un substance concrète, aussi blanche que la neige, sous forme de légers flocons cristallisés, de telle sorte qu'en très-peu de temps presque tout le passage en fut obstrué. Ce corps est la naphtaline cherchée, et le Dr Kidd expose ainsi ses propriétés.

Propriétés de la substance concrète blanche.

Cette substance est particulièrement caractérisée par son odeur, qui est légèrement aromatique, et assez semblable à celle du narcisse et de quelques autres fleurs odoriférantes. Cette odeur se répand promptement dans l'atmosphère, à la distance de plusieurs pieds, et adhère fortement et pendant long-temps à tout corps qui en a été imprégné : sa saveur est piquante.

A l'état de pureté et réduite en poudre, elle est extrêmement douce et un peu onctueuse au toucher ; elle est parfaitement blanche et a l'éclat de l'argent.

Sa pesanteur spécifique est un peu plus grande que celle de l'eau.

La naphtaline ne s'évapore pas très-promptement à la température ordinaire de l'atmosphère ; car, en faisant

une expérience comparative avec le camphre, à la dose d'un demi-grain de chaque substance dans un très-grand état de division, on trouva que le camphre avait entièrement disparu au bout de dix-huit heures, tandis que la naphtaline n'était pas encore tout-à-fait dissipée au bout de quatre jours.

Exposée à la chaleur dans un vaisseau de verre, elle ne tarda pas à se fondre; mais elle ne commença à bouillir que lorsque la température fut parvenue à 200° cent. En retirant alors le feu, elle demeura liquide jusqu'à ce que sa température fût descendue à 82° cent. : à cette époque, on vit la partie inférieure se congeler subitement; la partie restante se solidifia peu à peu, et quand toute la masse fut devenue solide, sa température était de 76°,6 cent. La masse congelée avait une forme cristalline bien distincte, et les lames étaient un peu flexibles.

Elle ne s'enflamme pas aisément; mais quand elle est enflammée, elle brûle rapidement en émettant une fumée extraordinairement dense et abondante, se divisant bientôt en petites particules distinctes qui retombent de tous côtés.

Elle ne change point le tournesol ni le curcuma. Elle est insoluble dans l'eau froide et très-peu dans l'eau bouillante, d'où elle se sépare en refroidissant, de manière à rendre laiteuse la dissolution, qui d'abord était parfaitement transparente; il en reste néanmoins encore un peu dans la liqueur; car, après qu'on l'a filtrée, elle conserve encore à un faible degré la saveur et l'odeur de la naphtaline, et dépose de petits cristaux déliés, au bout de quelques heures de repos.

L'alcool et l'éther la dissolvent promptement à toute température, et la dissolubilité dans l'un et l'autre de ces agens augmente rapidement à mesure qu'elle s'élève.

Une dissolution de naphtaline, dans quatre fois son poids d'alcool bouillant, se prend par refroidissement en une masse cristalline solide. L'eau la précipite de sa solution alcoolique sans qu'il en résulte aucune augmentation de poids.

Elle se dissout dans l'huile d'olive et l'huile de térébenthine. Elle ne se combine point avec les dissolutions de potasse ni d'ammoniaque; et l'ammoniaque à l'état de gaz ne paraît pas avoir sur elle aucun effet sensible.

Elle est soluble dans les acides acétique et oxalique, auxquels elle communique une couleur d'œillet claire. La dissolution dans l'acide acétique, saturée à chaud, devient, en refroidissant, une masse solide cristalline.

Elle noircit l'acide sulfurique lorsqu'on la fait bouillir dans ce liquide; l'addition d'eau au mélange ne produit d'autre effet que d'affaiblir la couleur, et il ne se fait point de précipitation lorsqu'on sature l'acide par l'ammoniaque.

Elle est un peu soluble dans l'acide muriatique chaud, auquel elle communique une couleur d'œillet pourpre.

Quand on la fait bouillir dans l'acide nitrique, l'acide est décomposé; elle éprouve elle-même une altération, et en refroidissant elle se dépose abondamment en petits cristaux aciculaires rassemblés en groupes étoilés. Ces cristaux, pressés entre des doubles de papier afin d'en séparer l'acide adhérant, et exposés ensuite à la chaleur, se fondent promptement; par le refroidissement, la

masse fondue présente des traces évidentes d'une cristallisation en aiguilles, et les cristaux sont de couleur jaune. Cette substance jaune s'enflamme rapidement, brûle avec une flamme légère, en émettant beaucoup de fumée et laissant un résidu de charbon considérable.

De tous les caractères de la substance blanche concrète qu'on vient d'exposer, le plus frappant est sans contredit sa grande disposition à cristalliser.

Si on projette la naphtaline dans un creuset rouge de feu, il s'en élève une vapeur blanche très-épaisse qui, reçue dans une cloche de verre maintenue au-dessus, se condense tout autour de la partie inférieure sous forme d'une poudre blanche; tandis qu'il se forme dans les parties plus élevées et plus froides de la cloche des plaques cristallines distinctes d'un éclat argentin superbe.

On peut également obtenir une belle cristallisation de cette substance en la faisant bouillir avec de l'eau dans un matras à long col; il viendra se déposer dans ce dernier des cristaux blancs pendant l'ébullition.

Si on l'expose sous une cloche de verre à un degré de chaleur justement suffisant pour la fondre, la vapeur qui s'élève cristallise dans l'air avant d'avoir atteint la surface du verre, et se répand dans l'intérieur du vaisseau en présentant exactement l'apparence d'une précipitation de neige infiniment ténue.

Si l'on dispose un morceau de fil de coton en rond comme une mèche de chandelle, qu'on le plonge dans cette substance en état de fusion, puis qu'on l'expose au feu pendant une ou deux secondes, et qu'enfin on l'enflamme, on verra bientôt la vapeur cristalliser autour de

la mèche en lames épaisses, transparentes et fort distinctes.

Cette expérience fournit un caractère qui distingue la naphtaline d'avec l'acide benzoïque et le camphre; car, dans de pareilles circonstances, l'acide benzoïque cristallise en cristaux aciculaires, qui souvent sont groupés en étoiles; et le camphre cristallise ou plutôt se congèle en particules globuleuses d'apparence stalagmitique.

La forme cristalline la plus ordinaire de la naphtaline est celle de plaques rhombes, dont le plus grand angle est de 100° à 105°; du moins j'ai plusieurs fois obtenu des cristaux de cette forme au moyen des solutions dans l'eau, l'alcool, l'acide acétique, dans l'huile jaune décrite plus haut; et enfin même, en faisant fondre la substance pure et la laissant refroidir très-lentement. Quelquefois plusieurs de ces plaques sont diversement groupées ensemble, et tantôt l'une en traverse une autre presqu'à angle droit, de sorte qu'au premier aspect, le cristal composé semble cruciforme. Les seules modifications distinctes de la forme ordinaire que j'aie observées sont des plaques rhomboïdales, à très-peu près rectangulaires, ainsi que des hexagonales : cette dernière variété peut aisément dériver des plaques rhombes par un développement incomplet des plus petits angles du rhombe ordinaire.

Quant à la composition élémentaire de la naphtaline, le Dr Kidd dit qu'il ne peut rien présenter de satisfaisant à ce sujet, mais qu'il est bien évident qu'elle contient une très-grande proportion de carbone.

Il est à regretter que le Dr Kidd n'ait pas complété son travail en donnant une analyse de cette curieuse substance.

EXPÉRIENCES *sur la Combinaison de l'acide acétique et de l'alcool avec les huiles volatiles.*

PAR M. VAUQUELIN.

1re *Expérience.* 80 mesures d'huile volatile de lavande ont été mêlées avec 80 mesures d'acide acétique marquant 10 degrés à l'aréomètre. Après une vive et longue agitation pour opérer le mélange des deux liquides, on les laissa en repos. Il se fit une séparation; l'huile occupait alors 125 mesures, et l'acide n'occupait plus que 35 mesures : ce dernier avait donc diminué de 45 mesures, et l'huile avait acquis 45 mesures.

2me *Expérience.* 80 mesures de la même huile ont été mises avec les 35 mesures d'acide acétique restantes, et après le mélange et la séparation, l'huile occupait 115 mesures, et l'acide était réduit à 5 mesures. Ainsi, cette fois, les 80 mesures d'huile n'ont absorbé que 30 mesures d'acide.

Je pense que si l'huile n'a absorbé cette fois que 30 mesures d'acide au lieu de 45, cela tient probablement à ce que cet acide était devenu plus aqueux, et par là moins propre à s'unir à l'huile. Ainsi, 100 parties d'acide acétique employées pour cette expérience contiennent 6 parties, qui ne peuvent pas se combiner à l'huile. Ce restant d'acide avait contracté une couleur

jaune; sa saveur était encore très acide, et son odeur annonçait qu'il contenait beaucoup d'huile. En effet, quand on mettait une goutte de cet acide dans l'eau, on la voyait tomber au fond, et l'huile s'en séparer et monter à la surface.

Ainsi, dans cette expérience, l'acide acétique et l'huile ont formé deux composés inégaux dans leurs proportions : l'un, où il y a beaucoup d'huile et qui surnage ; l'autre, où il y a beaucoup d'acide et moins d'huile. Il paraît, d'après cette expérience, que 100 parties d'huile de lavande peuvent absorber 56 parties d'acide acétique ; mais comme la portion de vinaigre qui reste tient en dissolution une certaine quantité d'huile difficile à estimer, l'on pourrait croire qu'il faut 50 parties de vinaigre pour saturer 100 d'huile, c'est-à-dire ; un volume d'acide et 2 volumes d'huile.

3me *Expérience*. Pour savoir si l'eau pourrait séparer l'acide acétique de l'huile, on a pris 50 parties de la combinaison la plus riche en huile et 55 parties d'eau, et on les a fortement et long-temps agitées ensemble : après la séparation, on a trouvé que le volume de l'huile s'était réduit à 35, et que celui de l'eau avait augmenté de 15 ; cependant l'huile était encore acide ; en effet, elle contenait 3 parties d'acide acétique.

20 parties de la même combinaison agitées avec 80 mesures d'eau, l'huile, après le repos, avait perdu 8, et l'eau avait augmenté de la même quantité. Dans cette expérience, l'eau a enlevé à l'huile la totalité de l'acide qu'elle contenait, et même un peu d'huile, puisque les 20 parties de la combinaison contenaient 7,2 d'acide, et qu'elle a perdu 8.

Quand l'acide acétique est pur, l'huile peut l'absorber en entier; mais s'il contient une certaine quantité d'eau, ne fût-elle que de 5 pour cent, il en reste une portion dont l'huile ne peut s'emparer; en sorte que la partie de l'acide acétique qui ne se combine pas à l'huile contient nécessairement une plus grande quantité d'eau que le vinaigre avant l'opération.

Cette propriété du vinaigre de se combiner à l'huile volatile ne doit point surprendre; l'on sait, en effet, avec quelle facilité cet acide se charge des odeurs des plantes : les vinaigres de table, tels que ceux d'estragon, de sureau, de roses, etc. en sont des preuves évidentes.

Des effets à-peu-près semblables se passent quand on dissout du camphre dans l'acide nitrique et même dans l'acide acétique, c'est-à-dire que le camphre s'empare de la partie pure des acides, et en laisse une autre portion avec l'eau qui était auparavant combinée à la totalité de l'acide. La portion d'acide restant avec l'eau est d'autant moins grande que la quantité de camphre est plus considérable; ce qui ne peut aller cependant au-delà du point de saturation. Cette portion d'acide restant avec l'eau contient aussi une petite quantité de camphre, mais que l'eau n'en sépare pas : cette quantité de camphre doit être à-peu-près la même que celle qui reste dans l'eau acidulée lorsqu'on décompose l'huile de camphre par l'eau.

Ces effets ne se bornent pas aux corps gras et aux acides; ils ont également lieu entre l'alcool et ces mêmes corps gras.

Consulté, il y a déjà long-temps, par la Régie des

octrois de Paris pour savoir s'il ne serait pas possible d'entrer, à la faveur des essences, de térébenthine par exemple, une certaine quantité d'alcool (fraude qui ne peut être faite que par les fabricans de vernis), je fis, à ce sujet, quelques expériences qui me prouvèrent qu'en effet l'on pouvait mêler aux essences une certaine quantité d'alcool sans qu'on pût s'en apercevoir par les moyens ordinaires, parce que, tant que le volume de l'alcool ne surpasse pas de beaucoup celui de l'huile, le mélange ou combinaison ne se trouble point par l'eau, et que souvent l'odeur est masquée par celle de l'essence qui est plus forte.

J'ai refait dernièrement quelques-unes de ces expériences, dont voici les résultats :

1re *Expérience.* 100 parties (volumes) d'huile volatile de térébenthine et 20 parties d'alcool, mêlées ensemble, ne se sont point séparées par le repos, et ont formé un corps homogène : cet effet est produit par une dissolution de l'alcool dans l'huile; car une portion d'alcool ne peut pas dissoudre 5 parties d'huile.

2me *Expérience.* Le mélange ci-dessus, agité pendant long-temps et à plusieurs reprises avec de l'eau, s'est réduit à 108. L'eau a donc enlevé à l'huile 12 parties d'alcool, et l'huile en a conservé 8, malgré les longues agitations qu'elle a éprouvées avec l'eau.

L'huile de térébenthine peut donc contenir un 12e de son volume d'alcool sans qu'on puisse s'en apercevoir, si ce n'est par la pesanteur spécifique, qui est un peu diminuée : cependant, si l'on répète plusieurs fois les lotions, l'on finit par enlever tout l'alcool à l'huile.

Le mélange ou combinaison de 100 parties d'huile de

térébenthine et de 20 parties d'alcool ne se trouble point avec l'eau; mais lorsqu'on le met sur de l'eau et qu'on l'agite légèrement, l'on voit une partie de l'alcool s'en séparer, et former, en s'unissant à l'eau, des stries très-sensibles.

MÉMOIRE *sur la Teinture de Fernambouc employée comme un réactif propre à reconnaître plusieurs acides, et sur une nouvelle couleur jaune obtenue au moyen de cette substance.*

PAR Mr P. A. DE BONSDORFF.

On sait que la matière colorante du bois de Fernambouc, traitée par une solution alcaline, donne une couleur violette très-belle. C'est à cause de cette propriété que la teinture de Fernambouc, ou le papier coloré par elle, est connue, dans la chimie, comme un réactif très-sensible pour les alcalis (1). Mais outre cette propriété, elle en possède encore une autre qui peut présenter quelque intérêt au chimiste. En effet, quelques expé-

---

(1) Les chimistes, en France et en Angleterre, se servent par préférence du papier de tournesol rougi ou du papier de curcuma comme réactifs propres à faire connaître un excès d'alcali; mais ces réactifs, et surtout le second, ne peuvent être comparés pour leur sensibilité au papier de Fernambouc.

riences que j'ai eu occasion de faire sur cette matière, et qui sont le sujet de ce Mémoire, feront voir que le papier de Fernambouc peut être employé, non proprement comme un réactif sensible destiné à découvrir la présence des acides en général, mais comme un moyen très-sûr de reconnaître plusieurs acides, et de les distinguer les uns des autres.

Par rapport à l'action des acides sur la couleur rouge du papier de Fernambouc, il faut observer : 1° que l'acide concentré opère un changement de couleur, qui quelquefois est le même pour plusieurs acides, mais qui le plus souvent est différent de celui produit par l'acide étendu d'eau ; 2° que le temps pendant lequel la réaction de l'acide s'opère est différent chez divers acides ; et 3° que la couleur produite par la réaction est plus ou moins durable, et qu'elle subit, de la part d'un grand nombre d'acides, des changemens pendant un temps plus ou moins court. C'est sous le rapport de toutes ces variations que nous allons à présent étudier les acides ; et pour mettre le lecteur en état de juger par comparaison, nous considérerons successivement tous les acides les plus communs, y compris même ceux qui n'ont pas une réaction bien marquée.

L'acide sulfurique concentré ou étendu de 3 parties d'eau donne à l'instant au papier de Fernambouc une couleur rose claire qui, attirant peu à peu l'humidité de l'air, passe à l'orangé. Etendu d'un peu plus d'eau, l'acide produit une couleur qui commence à tirer sur le jaune, et avec 20 à 30 parties d'eau il donne, au bout d'une minute, une couleur jaune ou plutôt jaunâtre, qui bientôt devient terne et sale.

L'*acide nitrique* et l'*acide hydro-chlorique* se comportent à-peu-près de même que l'acide sulfurique, si ce n'est que la couleur jaunâtre produite par ces acides étendus d'eau est encore plus faible; que la couleur rose de l'acide nitrique concentré se change bientôt en jaune et en grisâtre, et que celle de l'acide hydro-chlorique devient encore plus promptement d'un grisâtre sale. La réaction des trois acides cités est peu différente; on pourrait cependant s'en servir pour déterminer d'une manière approximative la concentration de ces acides.

L'*acide sulfureux* à l'état de gaz blanchit parfaitement le papier humecté.

L'*acide hydriodique* concentré donne une couleur rose qui peu à peu se teint en jaune sur les bords, et, après quelques jours, devient totalement jaune. Etendu d'eau, il donne, après une demi-minute, une couleur jaune assez belle, mais qui bientôt commence à s'affaiblir: après quelques heures, elle est moins apparente et plus rouge que jaune.

L'*acide iodique* donne immédiatement une couleur jaune pâle et terne, qui reste inaltérée.

L'*acide fluorique* concentré, soit pur, soit combiné avec la silice, donne une couleur d'un rouge clair. Délayé, il réagit d'une manière très-prononcée: il produit à l'instant une belle couleur jaune de citron qui, dans l'espace d'une minute, disparaît et laisse bientôt une teinte d'un gris verdâtre laquelle, observée par transmission, est d'un vert olive. Dans les cas où l'acide fluorique se dégage en forme de gaz, il suffit de soumettre à son action pendant quelques secondes un papier de Fernambouc humecté. Le

papier se teint alors en jaune clair, qui disparaît comme nous venons de le dire. Ce phénomène n'a lieu avec aucun des autres acides volatils.

L'*acide fluoborique* réagit de la même manière que l'acide fluorique.

L'*acide borique* n'agit point d'abord, mais bientôt la couleur du papier pâlit, et finit par être d'un blanc tirant très-peu sur le rouge. Si l'acide borique contient des traces d'acide sulfurique (ce qui a toujours lieu quand il n'est pas purifié par des cristallisations répétées), sa réaction fait naître immédiatement une couleur jaunâtre très-marquée qui disparaît bientôt. L'acide borique natif de l'île de Volcano offre très-évidemment la réaction de l'acide borique pur.

L'*acide phosphorique* concentré donne une couleur rose qui, en prenant de l'humidité à l'air, se change lentement en orangé. Etendu de 10 à 30 parties d'eau, il donne, dans l'espace d'une demi-minute, une très-belle couleur jaune, qui se conserve toujours sans aucune altération.

L'*acide phosphatique* ne peut pas se distinguer, par sa réaction, de l'acide phosphorique.

L'*acide phosphoreux* concentré donne une couleur rose qui, plutôt que celle produite par les deux acides nommés en dernier lieu, se change en jaune, et qui devient presque la même que la couleur de ces acides affaiblis par l'eau. Etendu d'eau, l'acide phosphatique donne une belle couleur jaune, qui bientôt devient pâle.

L'*acide hypo-phosphoreux* concentré donne aussi une

couleur rouge, mais qui devient peu à peu jaune pâle et finit par être presque blanche : étendu d'eau, il donne d'abord une couleur jaune presque aussi belle que celle des trois acides nommés ci-dessus ; mais elle disparaît bientôt, et il reste une couleur très-peu évidente, qui n'est ni rouge ni jaune. On voit par là comment les réactions s'affaiblissent à mesure que les acides descendent dans l'échelle de l'oxidation.

L'*acide arsénique* concentré produit une couleur rose qui se conserve très-long-temps. Etendu de 10 à 30 parties d'eau, il donne, au bout d'une minute, une couleur jaune très-belle ; mais elle perd son éclat dans quelques minutes, devient et reste jaune pâle.

L'*acide arsénieux* ne donne pas une réaction distincte.

L'*acide acétique* concentré donne à l'instant une couleur jaunâtre sombre qui disparaît immédiatement et fait place à une couleur violette pâle qui, vue par transmission, est d'un rouge violâtre très-foncé. Etendu de plus ou moins d'eau, il donne d'abord une couleur un peu jaunâtre, et ensuite, tant par réflexion que par transmission, une couleur rouge violâtre. Mais il faut observer que cette réaction, qui fait naître la couleur rouge violâtre, ne devient assez évidente qu'après environ une demie et quelquefois une heure, et que, dans l'espace de quelques heures, la teinte est encore plus prononcée ; elle devient alors presque aussi foncée que la couleur produite par les alcalis. Si l'acide acétique n'est pas pur ; si, par exemple, il contient de l'acide sulfureux ou de l'acide sulfurique, substances qui quelquefois peuvent accompagner l'acide acétique dans les procédés les plus ordinaires de le préparer, on peut très-facilement recon-

naître leur présence au moyen du papier de Fernambouc. L'acide sulfureux anéantit la réaction de l'acide acétique ou du moins la rend très-faible, ce qui dépend de la proportion dans laquelle il s'y trouve, et l'acide sulfurique qui entre dans l'acide acétique fait qu'il donne une couleur jaunâtre, au lieu de la couleur rouge violette. On peut, par ce moyen, découvrir de très-petites quantités d'acide sulfurique. Un acide acétique qui, par exemple, ne contenait pas plus de 0,005 d'acide sulfurique, donna une couleur jaunâtre très-sensible.

L'*acide citrique* concentré ou étendu d'eau donne une couleur jaune aussi belle et aussi durable que celle de l'acide phosphorique.

L'*acide tartrique* donne aussi une très-belle couleur jaune, mais qui bientôt s'affaiblit et devient sale, à mesure que l'acide est délayé. Etendu, par exemple, dans 5 parties d'eau, il donne déjà une couleur moins vive que la couleur de l'acide citrique mêlé de 15 à 20 p. d'eau.

L'*acide malique* se comporte à-peu-près comme l'acide tartrique.

L'*acide oxalique* concentré produit une couleur orangée, qui peu à peu devient jaune. Etendu d'une partie d'eau, il donne une couleur jaune qui se conserve assez belle. Si l'acide est étendu de 3 parties et au-dessus, la couleur jaune ou jaunâtre produite d'abord disparaît après quelques minutes.

L'*acide succinique* donne une couleur un peu jaunâtre qui bientôt s'affaiblit.

L'*acide benzoïque* n'a presque point d'action sur le papier de Fernambouc.

J'ai pensé qu'on pourrait peut-être employer, dans l'art de la teinture, la belle couleur jaune qui succède à la couleur rouge du bois de Fernambouc, lorsque celle-ci est soumise à l'action de l'acide phosphorique ou de l'acide citrique. Pour m'en convaincre, j'ai essayé à plusieurs reprises de teindre la laine au moyen des substances ci-dessus nommées, et ces essais m'ont donné un résultat qui a surpassé mon attente. Un tissu de laine plongé dans un bain bouillant de Fernambouc reçoit une couleur rouge-jaunâtre ou jaune-rougeâtre, mais terne et sombre. Si, après l'avoir lavé et fait égoutter, on le plonge pendant quelques minutes dans une solution très-étendue d'acide phosphorique ou dans le suc de citron étendu d'eau, tous les deux bouillans, une couleur jaune très-vive se manifeste à l'instant même.

Comme l'acide phosphorique est une substance trop chère pour être employée avec avantage dans la teinture, j'ai essayé d'y substituer le phosphate acide de chaux, qu'on obtient en traitant des os par l'acide sulfurique, et j'ai trouvé que ce sel se comporte absolument de la même manière, et donne lieu à une couleur jaune aussi belle que celle produite par l'acide phosphorique pur. Un tissu de laine ainsi teint en jaune, soit au moyen du phosphate acide, soit par le suc de citron, peut être soumis au plus fort savonnage, sans que sa couleur subisse aucune altération : quant à la solidité de cette couleur ou sa résistance à l'action du soleil, je n'ai pas eu occasion de m'en assurer par des expériences directes; mais, selon toutes les apparences, on peut croire que si la couleur produite par l'action du suc de citron n'est peut-être pas assez stable, celle du phosphate acide, au

contraire, sera très-solide, comme étant une combinaison du principe colorant avec une substance parfaitement inaltérable par l'eau, l'air et la chaleur.

La soie est aussi susceptible de prendre une couleur jaune assez belle par le procédé dont nous venons de parler; mais quant au coton et à la toile, les expériences très-incomplètes que j'ai eu occasion de faire n'ont pas donné un résultat satisfaisant; peut-être pourrait-on réussir si le corps à teindre était préalablement animalisé en quelque manière. Ce qui cependant est digne de remarque, c'est que le papier traité comme je l'ai dit plus haut prend et conserve cette couleur avec toute sa vivacité.

Sur *des Tubes vitreux qui paraissent produits par des coups de foudre.*

Les tubes que les Allemands appellent *Blitzröhre* (*tubes fulminaires*) ont été décrits avec détail dans les excellentes *Annales* du Dr Gilbert et dans le tome II des *Transactions de la Société géologique* de Londres. C'est à ces deux sources que nous avons puisé pour rédiger l'article qu'on va lire.

Les tubes fulminaires avaient été découverts il y a plus de cent ans (1711) par le pasteur Herman, à *Massel* en Silésie, comme le prouvent des échantillons conservés dans le cabinet minéralogique de Dresde; mais c'est au Dr Hentzen qu'appartient l'honneur de les avoir

retrouvés de nouveau en 1805, dans la lande de *Paderborn*, vulgairement appelée la *Senne*, et d'avoir le premier indiqué leur origine. On en a depuis recueilli un grand nombre à *Pillau*, près de Königsberg, dans la Prusse orientale; à *Nietleben*, près Halle sur Saale; à *Drigg*, dans le Cumberland; dans la contrée sablonneuse située au pied du *Regenstein*, près de Blankenburg; et au *Brésil*, dans les sables de Bahia.

A Drigg, les tubes ont été trouvés au milieu de *buttes de sable mouvant* de 40 pieds de hauteur, très-voisines de la mer. Dans la Senne, on les a le plus souvent découverts sur le penchant de monticules de sable qui sont élevés d'une trentaine de pieds; mais quelquefois aussi dans des cavités que l'on dirait avoir été creusées dans la lande, en forme de jattes de 200 pieds de circuit sur 12 à 15 pieds de profondeur. A Nietleben, le tube déterré par M. Kaserstein était sur le flanc sud-est d'une butte de sable et à mi-côte environ.

Les tubes fulminaires sont presque tous creux. A Drigg, leur diamètre total était de $2\frac{1}{2}$ pouces. Ceux de la Senne ont, à la surface du sol, depuis $\frac{1}{4}$ de ligne jusqu'à 7 lignes d'ouverture; mais ils se rétrécissent à mesure que l'on s'enfonce, et se terminent souvent en pointe. L'épaisseur des parois varie entre $\frac{1}{4}$ de ligne et 1 pouce.

Le plus ordinairement ces tubes descendent dans le sable suivant la verticale. On en a cependant trouvé d'implantés dans le sol suivant des directions obliques formant avec l'horizon jusqu'à des angles de 40°.

Leur longueur totale, autant qu'on peut en juger d'après ceux qu'on a extraits, est de 20 et même de 30 pieds. De fréquentes fissures transversales les divisent

naturellement en fragmens dont les longueurs sont comprises entre ½ pouce et 5 pouces. Le sable qui entourait les tubes se dessèche et s'éboule avec le temps. On trouve alors ces fragmens à la surface du sol où les retient leur pesanteur spécifique, et ils y roulent au gré des vents.

Le plus souvent il n'y a dans chaque place qu'un seul tuyau; mais quelquefois aussi, parvenu à une certaine profondeur, ce tuyau principal se partage en deux ou trois branches dont chacune donne naissance à de petits rameaux latéraux qui ont depuis un pouce jusqu'à un pied de long. Ces derniers sont coniques et terminés par des pointes qui s'inclinent graduellement vers le bas.

La paroi intérieure des tubes fulminaires est un verre parfait, uni et très-brillant, semblable à l'opale vitreuse (*hyalithe*). Elle raie le verre et fait feu au briquet.

Tous les tubes, quelle que soit leur forme, sont environnés d'une croûte composée de grains de quartz agglutinés. Cette croûte extérieure est quelquefois arrondie; mais le plus souvent elle offre une série d'aspérités assez semblables, quant à l'aspect, aux rugosités dont les petites branches de l'orme de Hollande sont couvertes, ou à l'écorce crevassée qui revêt la souche des vieux bouleaux. Les irrégularités du canal vitreux correspondent à celles de la surface extérieure, comme si le tube en fusion avait été plié *en totalité*, dans divers sens, par une force de compression.

Examinés à la loupe, les grains noirs et blancs qui composent la croûte extérieure paraissent arrondis, comme s'ils avaient éprouvé un commencement de fusion. A une certaine distance du centre, les grains blancs acquièrent une teinte rougeâtre.

La couleur de la masse interne, et surtout celle des parties extérieures, dépend de la nature des couches sablonneuses que les tubes traversent. Dans les couches supérieures qui contiennent un peu d'humus (terreau), l'extérieur des tubes est souvent noirâtre. Plus bas, la couleur du tube est d'un gris jaunâtre : plus bas encore, d'un blanc grisâtre. Enfin, là où le sable est pur et blanc, les tubes sont aussi d'une blancheur à-peu-près parfaite.

Les tubes fulminaires présentant d'aussi évidentes traces de fusion, il était naturel, avant de s'occuper de leur origine, de rechercher quel serait l'effet d'une température très-élevée sur le sable dans lequel on les trouve.

Ce sable, à Drigg, consiste en grains de quartz blancs ou rougeâtres, mêlés avec quelques grains de porphyre (*hornstone porphyry*). Ces derniers grains, présentés seuls au chalumeau commun, s'y fondent aisément; mais ils n'existent pas dans le sable en suffisante quantité pour y produire l'effet d'un fondant. Le sable en masse, traité de même, devient d'abord rouge, passe ensuite au blanc opaque, et finit par s'agglutiner légèrement. Il ressemble alors, en teinte et en cohésion, à celui qui compose la couche extérieure des tubes fulminaires.

Ce même sable exposé à la flamme de la lampe d'esprit-de-vin soufflée par un courant d'oxigène, suivant le procédé du Dr Marcet, donna, par une action long-temps prolongée, un émail analogue à celui qui revêt le canal intérieur des tubes. La fusion toutefois était imparfaite, et l'on sait cependant que la lampe du Dr Marcet fond des gros fils de platine avec un vif scintillement.

Des expériences analogues faites avec le sable de la Senne ont donné les mêmes résultats.

A une certaine distance du centre des tubes fulminaires, le sable de l'enveloppe, comme nous l'avons dit plus haut, a une teinte rougeâtre. Jeté dans de l'acide muriatique, ce sable rouge se décolora et devint semblable à celui qu'on prenait dans les couches où il est le plus blanc et le plus pur. La liqueur ayant été décantée et soumise à la réaction alcaline, des traces de fer s'y manifestèrent.

Le sable ordinaire de la Senne étant exposé pendant quelques instans à une forte chaleur, dans un creuset de platine, devenait rougeâtre et ressemblait alors à celui qui environne les tubes, avec cette différence seulement qu'il était un peu plus rouge. Quand le creuset eut atteint la chaleur rouge, la ressemblance était parfaite.

Ce sable rougi dans le creuset de platine, étant soumis à l'action de l'acide muriatique, se décolora comme le sable rougeâtre d'un tube fulminaire. La liqueur décantée présenta les mêmes traces de fer, et, après une précipitation complète du fer, des traces de chaux.

Quelle est l'origine des tubes dits *fulminaires?* Ces tubes seraient-ils des incrustations de racines? Des stalactites ou autres productions du règne minéral? Des cellules ou loges appartenant à d'anciens habitans de la mer, de la classe des vers? Ou enfin, des produits de la foudre?

Pour détruire les trois premières suppositions, il suffit de remarquer qu'à Drigg, par exemple, où les monticules de sable sont fort mobiles de leur nature, les tubes ne pouvaient être que d'une date très-récente;

car, à moins d'être étayés de tous côtés, ils se brisent au moindre choc. Ces tubes offrent d'ailleurs, dans toute leur étendue, des traces de fusion si évidentes que la quatrième hypothèse paraît seule mériter d'être discutée.

M. Fiedler, qui a publié, dans les tomes LV et LXI des *Annalen der Physik*, des Mémoires fort détaillés sur les tubes fulminaires, rapporte deux faits très-propres à établir l'origine électrique de ces tubes; mais malheureusement il n'a pas eu l'occasion de questionner lui-même les témoins oculaires de l'événement. Quoi qu'il en soit, je transcris ici ce qu'on lui a raconté :

Un pharmacien de la colonie de *Frederichdorf* s'étant transporté sur la place où deux hommes venaient d'être foudroyés, découvrit dans le sol deux tubes tout-à-fait semblables aux tubes fulminaires de la Senne.

Sur les confins de la Hollande, dans une contrée toute sablonneuse, un berger, après avoir vu tomber le tonnerre sur une butte, trouva, dans le point même vers lequel le trait électrique lui parut se diriger, que le sable s'était fondu et avait coulé en forme de tube.

Voici un fait plus ancien, parfaitement authentique et qui semble trancher la question. Je le tire d'un Mémoire du Dr William Withering inséré dans les *Transactions philosophiques*, année 1790, vol. LXXX.

Le 3 septembre 1789, le tonnerre tomba sur un chêne, dans le parc du comte d'Aylesford, et tua un homme qui avait cherché un abri sous cet arbre. Le bâton que ce malheureux portait à la main et qui lui servait d'appui fut, suivant toute apparence, la principale voie que suivit le fluide électrique, puisque le sol,

dans le point auquel le bâton aboutissait, était percé d'un trou de 5 pouces de profondeur et de $2\frac{1}{2}$ pouces de diamètre. Ce trou, examiné peu d'instans après sa formation par M. Withering, ne renfermait que quelques racines brûlées du gazon. Là aurait probablement fini les observations, si lord Aylesford ne s'était déterminé à faire construire une petite pyramide dans le lieu même de l'événement, avec une inscription destinée à détourner les passans de chercher, en temps d'orage, un abri sous des arbres. Mais en creusant pour les fondations, on trouva que le sol, dans la direction du trou, avait été noirci jusqu'à la profondeur de dix pouces. Deux pouces plus bas, le terrain quartzeux offrait des traces évidentes de fusion. Les échantillons adressés à la Société royale, avec le Mémoire du Dr Withering, se composaient :

1°. D'une pierre quartzeuse dont un des angles avait été complètement fondu ;

2°. D'un bloc de sable agglutiné par la chaleur ; car il n'y avait aucune matière calcaire entre les grains. *Dans cette masse existait une partie creuse* (*hollow part*), où la fusion avait été si parfaite que la matière quartzeuse, après avoir coulé tout du long de la cavité, présentait dans le fond une forme globuleuse ;

3°. De plusieurs pièces plus petites, *mais toutes également trouées* (*all have some hollow part*).

Saussure a trouvé sur la cime du Mont-Blanc des masses d'amphibole schisteux, recouvertes de gouttes et de bulles noirâtres, évidemment vitreuses, de la grosseur d'un grain de chanvre : ces bulles lui paraissent d'autant mieux devoir être considérées comme des effets

de l'électricité atmosphérique, qu'il en a remarqué de semblables sur des briques qui avaient été frappées de la foudre, et qu'après avoir fait passer les fortes décharges d'une batterie à travers un morceau de pierre de corne, les deux surfaces que l'explosion avait séparées étaient couvertes de bulles vitreuses, les unes crevées et ouvertes; les autres entières et transparentes. M. Ramond, qui a vu les mêmes phénomènes sur plusieurs cimes des Pyrénées, a bien voulu écrire, à ma prière, la note intéressante qu'on va lire, et me permettre d'en enrichir les *Annales*.

« Le Pic du Midi est une montagne très-dominante et » très-isolée. Son sommet a fort peu d'étendue. Il est » formé d'un schiste micacé glanduleux d'une dureté » extrême, divisé en tables assez épaisses, fort adhé» rentes entre elles, et ne se subdivisant point en feuil» lets, mais en parallélipipèdes obliquangles, à la ma» nière des trapps. Sa couleur est un gris noir, un peu » argenté par le mica. La foudre n'agit qu'à sa super» ficie qu'elle recouvre d'un glacis d'émail jaunâtre, » surmonté de boursoufflures ou bulles, tantôt sphé» riques, tantôt crevées et concaves, ordinairement opa» ques, quelquefois demi-transparentes. Il y a des » rochers dont la face entière est vernissée de cet émail, » et couverte de bulles dont la grosseur atteint souvent » celle d'un pois. Mais l'intérieur de la roche demeure » parfaitement sain : la partie fondue n'a pas plus d'un » millimètre d'épaisseur.

» Le sommet du Mont-Perdu, que j'ai atteint il y a » vingt ans, m'a offert le même phénomène. Celui-ci, » presqu'entièrement couvert de neige, ne montre point

» de rochers continus, mais seulement des fragmens de » petite dimension, entassés sans ordre. C'est une pierre » calcaire, bitumineuse et fétide; mais elle renferme du » sablon quartzeux d'une extrême finesse, qui y est mé- » langé en assez grande proportion. Plusieurs de ces » fragmens portent des marques évidentes de l'action de » la foudre. Leur surface est chargée de bulles d'émail » jaunâtre, et, comme au Pic du Midi, la fusion n'est » que superficielle : elle ne pénètre pas au-dedans de » la pierre nonobstant la petitesse de son volume; et ce » qui n'est pas moins remarquable, une chaleur qui a » été capable de vitrifier la surface n'a pas enlevé à la » pierre cette odeur cadavéreuse dont nous la privons » si aisément, soit en la dissolvant dans un acide, soit » en la chauffant un peu fortement.

» Enfin, j'ai encore vu, il y a une douzaine d'années, » la surface des rochers vitrifiée et couverte de bulles » par l'effet de la foudre, dans la *roche Sanadoire*, mon- » tagne du département du Puy-de-Dôme, formée de » *klingstein porphyr*, et qui, dans notre opinion, est » d'origine volcanique. La fusion est de même superfi- » cielle, et se manifeste par des bulles et des soufflures » sur un glacis de petite épaisseur. »

Voici une observation du même genre faite en Amérique, et dont je dois la connaissance à l'amitié de M. de Humboldt.

MM. de Humboldt et Bonpland, ayant porté le baromètre sur la plus haute cime du volcan de Toluca (à l'ouest de la ville de Mexico), y trouvèrent la surface du rocher, *El frayle*, vitrifiée par l'effet de quelque explosion électrique. La roche est un porphyre trachy-

tique rougeâtre, renfermant de grands cristaux de feld-spath lamelleux et un peu d'amphibole. Les masses vitrifiées occupaient deux pieds carrés. L'enduit est vert d'olive, n'a que $\frac{1}{10}$ de ligne d'épaisseur et ressemble à celui de quelques aérolithes. En plusieurs endroits, *la roche était percée et les trous offraient intérieurement la même croûte vitreuse.* Le lieu dans lequel on a découvert ces masses est d'un accès très-dangereux : c'est une espèce de tour rocheuse qui s'élève perpendiculairement au-dessus de l'ancien cratère actuellement rempli d'eau, et dont le sommet n'a pas plus de 10 pieds de largeur. La hauteur absolue est de 4621 mèt. (2371 toises).

En rapprochant les circonstances des diverses observations que nous venons de rapporter, des effets que Saussure avait obtenus par l'action de l'électricité ordinaire, on demeurera convaincu, je pense, que les couches vitreuses des sommets du Mont-Blanc, du Pic du Midi, du Mont-Perdu, de la roche Sanadoire et del Frayle, ont été produites par la foudre. En tout cas, l'observation du Dr Withering lèverait tous les doutes. Cette dernière observation prouve de plus qu'une forte décharge d'électricité atmosphérique est capable d'agglomérer un grand nombre de molécules de quartz éparses; d'en fondre une partie et de pratiquer dans la masse un canal émaillé : c'est là précisément tout ce qu'on voit dans les tubes fulminaires. Mais, dira-t-on, de ce que la foudre *pourrait* engendrer de semblables tubes, s'ensuit-il nécessairement qu'elle ait produit ceux du Cumberland, des landes de Paderborn, etc., etc.? Quelques particularités que MM. Irton, Buckland et Greenough

observèrent en 1813, pendant l'extraction d'un des tubes de Drigg, me paraissent très-propres à éclaircir cette question, et je vais les rapporter ici.

Après avoir suivi le tube dans le sable du monticule *jusqu'à la profondeur de vingt-neuf pieds*, on rencontra un lit de pierres qui paraissait le prolongement du rivage de la mer. Là, le tube s'étant trouvé en face d'un fragment de porphyre (*hornstone-porphyry*), avait changé de marche, comme pour échapper à cet obstacle, en suivant une direction inclinée à l'horizon d'environ 45°: Quelques lignes plus loin, la position était de nouveau verticale. Le tube et le fragment de porphyre en question étaient adhérens l'un à l'autre; mais tout le long de leur commune surface, la substance du tube manquait. En revanche, la pierre, dans les mêmes parties, offrait, tout au travers d'une de ses faces planes, une tache couleur de rouille, non émaillée, sur quelques points de laquelle s'élevaient de minces facettes. Deux petites masses d'un verre couleur d'olive étaient attachées aux bords de deux fissures naturelles de la pierre.

Pour reconnaître si la couleur de rouille et les masses vitreuses étaient un effet du feu, on présenta un fragment du porphyre à la flamme du chalumeau, et on le chauffa jusqu'au rouge obscur. Avant l'action de la flamme, ce fragment était de la teinte des ardoises verdâtres: après, on aurait pu croire qu'une couche de rouille le recouvrait. Un coup de feu plus violent le transforma ensuite en un verre couleur d'olive semblable à celui qu'on avait aperçu sur les fissures du porphyre.

Il paraît impossible de ne pas reconnaître, d'après tout ce qui précède, que les tubes fulminaires sont le produit

du feu. Une fusion de cette espèce, circonscrite dans un espace resserré, ne saurait évidemment être attribuée ni à des feux souterrains, ni à la chaleur engendrée durant des décompositions chimiques. Il est dans la nature une troisième source de calorique, l'électricité, qui seule semble capable de produire de tels effets, et qui les produit réellement, comme le prouve l'observation du Dr Withering. Il nous reste seulement à examiner :

1°. Comment la foudre a pénétré si avant dans les sables de la Senne, de Drigg, etc., et quel a été le conducteur ? 2°. A quoi tient la forme tubulaire de la masse fondue ?

Dans les Alpes, dans les Pyrénées, en Auvergne, les effets de la foudre ont été purement superficiels : la couche vitreuse est très-peu épaisse. Dans la Senne, dans le Cumberland, etc., l'effet a eu lieu, presque exclusivement, de haut en bas et *jusqu'à des profondeurs de plus de trente pieds*. La différence de constitution du sol peut seule avoir occasioné des dissemblances aussi manifestes.

Si nous prenons les landes de Paderborn pour exemple, nous trouverons que plus on creuse, et plus le sable devient humide. A une certaine profondeur, on rencontre même par-tout une nappe d'eau continue. Or, on sait, dit M. Fiedler, à qui nous empruntons ces détails, que la foudre tombe souvent dans l'eau, et que ce fluide est un bon conducteur. On peut donc imaginer aussi qu'il y a tendance de la foudre vers l'eau souterraine ; que c'est pour cette raison seulement que l'électricité ne se distribue pas à la surface du sol, comme cela paraît avoir lieu sur les sommets des montagnes, et qu'elle

conserve assez d'intensité pour fondre, dans sa marche, les couches arides et non conductrices qu'elle rencontre.

Si cette cause a quelque réalité, la masse de quartz fondue sera plus grande à la surface que par-tout ailleurs. En s'enfonçant dans des couches de plus en plus humides, l'intensité du fluide électrique diminuera graduellement, et ses effets seront aussi de plus en plus petits. Or, tous les tubes fulminaires qu'on a trouvés jusqu'ici allaient en s'amincissant de haut en bas, et n'avaient plus à leur pointe que l'épaisseur d'une plume. Les petites ramifications latérales indiqueraient qu'il existait dans le sol des couches qui, plus humides ou plus ferrugineuses, offraient çà et là des écoulemens faciles à l'électricité. Du reste, cette dernière supposition ne serait peut-être pas nécessaire, puisque la grande machine électrique de Teyler, à Harlem, nous montre l'étincelle simple de 20 à 24 pouces de longueur, environnée d'une foule d'étincelles latérales.

M. Watt, quand il aperçut à la Société royale de Londres les masses de quartz trouées du Dr Withering, suggéra la pensée que les cavités étaient dues à l'expansion de la vapeur aqueuse qui dût naturellement se former pendant la fusion du sable humide. Dans les couches supérieures et sèches, la dilatation de l'air compris entre les grains de quartz peut occasioner des phénomènes analogues. Si ces conjectures ne paraissaient pas satisfaisantes, il suffirait peut-être de remarquer que la foudre, comme mille exemples le prouvent, fait toujours effort pour jeter à droite et à gauche les objets qu'elle rencontre; que, dans les buttes de sable, cette force s'étant exercée sur des globules de quartz maintenus en place par la

pression des couches ambiantes, il n'a pu en résulter qu'un léger refoulement; et enfin, que l'électricité fondant le sable en même temps qu'elle le pénètre, il est assez naturel d'attendre, dans ce cas, que le refoulement donnera naissance à un tube creux.

ANALYSE *du Taffelspath* (*Wollastonite*, Haüy) *de Pargas* (1).

PAR Mr P.-A. DE BONSDORFF.

PARMI plusieurs minéraux rares qu'on rencontre dans les carrières calcaires de *Pargas* en Finlande, se trouve une substance blanche et rayonnée, que l'on avait prise d'abord pour une trémolite (amphibole); mais l'analyse que j'ai faite de ce minéral a fait voir que c'était un taffelspath.

On le rencontre principalement dans la carrière de *Skräbböle* : il y est accompagné de spath calcaire granuleux, de sphène noirâtre et d'une substance compacte et rougeâtre, qui a le plus grand rapport avec l'idocrase ou le grenat.

La couleur de ce taffelspath est un blanc plus ou moins pur; il est translucide sur les bords; l'éclat en est vitreux et médiocre; il est demi-dur, raie le verre avec peine; sous le marteau, il se divise en fils fins et flexibles.

Soumis à l'action du chalumeau, il se fond sur les bords à une chaleur forte, et donne un verre translucide,

---

(1) Extrait d'un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences, à Pétersbourg.

incolore et éclatant. Traité par le borax et le phosphate double de soude et d'ammoniaque, il se fond en un verre transparent, et donne avec la soude un globule opaque. Avec la solution de cobalt, il offre une couleur bleue; propriété qui ne paraissait pas s'accorder avec la nature de la trémolite, laquelle, traitée par la même solution, présente ordinairement une couleur de chair.

Il ne m'était pas facile de me procurer des échantillons qui eussent la pureté requise pour une analyse, attendu que ce minéral est mélangé de spath calcaire, et çà et là de petits grains verts qui offrent l'aspect de l'actinote, ainsi que de petits globules durs et en apparence quartzeux. Cependant, après avoir enlevé aussi complètement que possible, par un procédé mécanique, les matières étrangères dernièrement nommées, je cherchai à séparer, au moyen de l'acide acétique, la chaux qui adhérait encore au minéral; mais je trouvai que ce minéral avait la propriété très-remarquable d'être décomposé par l'acide acétique : je n'avais donc d'autre moyen de séparer le carbonate de chaux que de traiter le minéral pulvérisé par de l'eau chargée d'acide carbonique : ce moyen a parfaitement rempli mon but.

Je mêlai 1,755 grammes de la poudre du minéral ainsi purifié avec trois fois son poids de carbonate de potasse, et la chauffai jusqu'au rouge dans un creuset de platine. La masse fut ensuite traitée par l'acide muriatique et évaporée jusqu'à siccité. Après une digestion dans l'acide muriatique, elle donna de la silice, qui, ayant été lavée, séchée et chauffée jusqu'au rouge, pesait 0,932 grammes. La solution qui avait été séparée de la silice, étant saturée d'ammoniaque, donna un petit précipité qui,

traité par la potasse, offrit des traces d'alumine; du reste, il consistait en oxide de fer dont le poids était 0,023 gr., correspondant à une quantité d'oxidule (protoxide) égale à 0,020 gr.

De la solution qui restait, j'obtins, au moyen du carbonate d'ammoniaque, un précipité de carbonate de chaux pesant 1,380 grammes, qui indique 0,778 gram. de chaux. Le carbonate de chaux fut dissous dans l'acide muriatique, mêlé avec de l'acide sulfurique, et évaporé jusqu'à siccité; il en résulta du sulfate de chaux pesant 1,854 gramm., quantité qui supposerait 0,770 de chaux. Il y avait donc ici une petite différence entre la quantité de chaux déterminée par le poids du carbonate et par celui du sulfate. Nous considérerons la moyenne de ces deux résultats, c'est-à-dire, 0,774, comme la quantité la plus voisine de la vérité. En traitant le sulfate par un peu d'eau, j'ai trouvé qu'il n'y entrait pas de sulfate de magnésie.

La solution qui resta après la précipitation du carbonate de chaux fut traitée, pendant son ébullition, par du carbonate de potasse qui en sépara une terre, laquelle, après avoir été chauffée jusqu'au rouge, pesait 0,026 gr. Traitée par l'acide sulfurique, évaporée à siccité et de nouveau traitée par une petite quantité d'eau, elle donna 0,033 gr. de gypse, correspondant à 0,014 gr. de chaux: ce qui fut dissous dans l'eau contenait 0,012 gr. de magnésie.

Pour déterminer les parties volatiles de ce minéral, j'ai soumis à une chaleur rouge, pendant une heure, une portion de 0,505 gr., dont j'avais séparé avec le plus grand soin toutes les substances étrangères, et j'ai trouvé que le



poids s'était réduit à 0,500. La même portion soumise à une nouvelle chaleur augmentée à l'aide d'un soufflet, n'a plus rien perdu de son poids. Conformément à cette expérience, le poids des quantités volatiles sera 0,99 pour cent.

L'analyse a donc donné :

		Sur 100 parties.	Contiennent d'oxigène,
Silice,	0,932	52,58	26,45
Chaux,	0,788	44,45	12,49
Magnésie,	0,012	0,68	0,26
Oxidule de fer,	0,020	1,13	0,26
Alumine, des traces,	.....	....	
Parties volatiles,	.....	0,99.	
		99,93.	

Nous voyons, par ce résultat, que les petites portions de magnésie et d'oxidule de fer ne peuvent être considérées que comme des mélanges étrangers, mais même, dans ce cas-là, elles doivent être combinées avec une certaine quantité de silice, et, ce qui est le plus probable, sous forme de bi-silicates. Nous aurons donc 0,26 + 0,26 = 0,52, qui, multiplié par 2, donne 1,04 ; par conséquent, si l'on retranche 1,04 de la quantité d'oxigène contenue dans la silice, il restera 25,41, ce qui s'approche beaucoup du double de la quantité d'oxigène renfermée dans la chaux, c'est-à-dire, de 24,98 ; et il faut observer en même temps que la quantité de silice a sans doute été augmentée par la présence de petits grains quartzeux. Le minéral analysé est donc un bi-silicate de chaux, et sa formule minéralogique sera CS^2.

D'après Klaproth, qui le premier avait déterminé la composition du taffelspath de Dognatzka, dans le *Bannate*, ce minéral contenait 5 pour cent d'eau, outre 50 parties de silice et 45 de chaux. En conséquence, j'ai aussi cherché à déterminer avec exactitude la quantité des parties volatiles du taffelspath de Pargas ; mais le résultat a donné une assez grande différence à cet égard. Cependant M. Berzelius a récemment essayé au chalumeau le taffelspath de Bannate, et a trouvé qu'il n'y entre pas d'eau ; par conséquent, il n'existe aucune différence essentielle entre ces minéraux.

Quand on eut prouvé de cette manière que la substance appelée *trémolite* de Pargas était, quant à sa composition, parfaitement identique avec le véritable taffelspath, on avait lieu de croire que ce dernier minéral avait souvent été confondu avec la trémolite ou amphibole blanche. Ainsi, on rencontre, en Finlande, près de *Perhoniemi*, dans le gouvernement de Kymmené, un minéral blanc rayonné, qu'on avait considéré comme une trémolite ; mais une analyse que Mr H. Rose a nouvellement faite de cette substance a donné pour parties constituantes 51,60 silice, 46,41 chaux, outre 1,11 parties d'actinote provenant d'un mélange accidentel. Pareillement, dans la carrière de chaux de *Kökum*, près des mines de fer de Dannemora en Suède, on trouve un minéral jusqu'ici regardé comme trémolite, qui a beaucoup de ressemblance avec celui de Pargas, et pour lequel M. Rose a aussi trouvé la même composition.

Sur *la Différence de hauteur à laquelle on cesse de trouver des poissons dans la Cordillère des Andes et dans les Pyrénées.*

Par M. Alex. de Humboldt (1).

Dans l'état actuel de nos connaissances, les poissons qui habitent les rivières et les mares d'eau douce de la zone torride fixent, comme les coquilles terrestres et fluviatiles, l'attention des zoologues sous un double rapport. Ces animaux, incapables de traverser les bassins des mers, donnent aux continens et aux grandes îles, selon la distribution géographique des espèces, un caractère particulier : en même temps ils intéressent l'histoire naturelle descriptive, parce qu'ils ont été jusqu'ici beaucoup plus négligés que les espèces des mêmes classes qui appartiennent à l'Océan ou qui se trouvent dans des eaux saumâtres à l'embouchure des fleuves.

Le catalogue des êtres vivans, publié par Gmelin, sous le nom de *Systema Naturæ* (2), renferme 400 mammifères, 2600 oiseaux, 345 reptiles et 826 poissons. Parmi ces derniers, il y en a 200 de fluviatiles, savoir : 163 de la zone tempérée, et 37 de la zone torride. Par les travaux réunis des voyageurs et des naturalistes sédentaires, les richesses de nos collections se sont prodigieusement aug-

---

(1) Extrait d'un *Mémoire sur les Poissons fluviatiles de l'Amérique équinoxiale*, par MM. de Humboldt et Valenciennes.

(2) Pendant les années 1788-1790.

mentées depuis trente ans; mais cette augmentation, loin d'être la même dans tous les groupes d'animaux, a été très-inégale dans les diverses régions du globe, dont les unes sont restées presque inaccessibles, tandis que d'autres ont été habituellement parcourues. Nous connaissons aujourd'hui près de 500 espèces de mammifères, 4000 oiseaux (1), 700 reptiles et 2500 poissons : cependant le nombre des poissons fluviatiles de la zone torride, rapportés en Europe, est encore si petit que la magnifique collection du Jardin des Plantes à Paris n'en compte que cent espèces sur un nombre total de 2000 poissons fluviatiles et pélagiques.

Quoiqu'on n'ait examiné jusqu'à ce jour qu'une très-petite partie des habitans des rivières situées entre les tropiques, on peut pourtant admettre que, par l'inégale répartition des terres et des mers sous les différentes

(1) M. Illiger, dans un travail sur la distribution géographique des oiseaux, en comptait, en 1812, déjà 3800 espèces. (*Mém. de l'Académie de Berlin*, 1806, p. 236.) En comparant les dénombremens des espèces faits à différentes époques, on observe parmi les naturalistes deux tendances diamétralement opposées. Tantôt des espèces distinctes sont réunies comme synonymes, tantôt de simples variétés sont élevées au rang des espèces. Ces erreurs, presque également funestes, produisent une sorte de compensation numérique. Nous connaissons aujourd'hui près de 7700 animaux vertébrés, 44000 insectes et 40000 plantes phanérogames. Je développerai, dans un autre endroit, des vues générales sur les lois que l'on observe dans la distribution des formes organiques de la zone tempérée et de la zone torride.

zones ; le nombre des poissons fluviatiles de la région tempérée excède, dans la nature, le nombre des poissons fluviatiles de la région équinoxiale. Une très-petite portion du continent de l'Asie s'étend au-delà du tropique du Cancer : l'archipel de l'Inde n'offre que les débris d'une terre engloutie dans les flots ; et si l'on divise en 1000 parties toute la surface des terres fermes équatoriales, on trouve que 114 parties appartiennent à l'Asie, 124 à la Nouvelle-Hollande et à l'archipel de l'Inde, 301 à l'Amérique et 461 à l'Afrique. Nous ne connaissons encore que les poissons de quelques rivières de l'Inde, du Brésil, de la Guyane et de l'Afrique occidentale. L'aridité de la Nouvelle-Hollande et de l'Afrique orientale, au sud du Niger, peut même faire croire que, bien que les terres comprises entre les tropiques soient, dans l'ancien et le nouveau continent, dans le rapport de 7 à 3, ce dernier continent n'est pas inférieur au premier par le nombre des espèces. Aucun zoologue instruit n'a encore décrit les poissons de l'Orénoque, de l'Amazone, du Paraguay et du Rio-Grande de la Magdalena. Les observations ichthyologiques que j'ai réunies dans ce Mémoire ne peuvent être considérées que comme des fragmens peu importans, en les comparant aux travaux immenses qui restent à faire sur cette partie de l'histoire naturelle. L'Amazone a un cours de 980 lieues de 20 au degré : c'est la double longueur du Gange. On peut exécuter, sur l'Amazone, le Rio-Negro et l'Orénoque, une navigation non interrompue de 1400 lieues, sans sortir du domaine des établissemens monastiques et sans avoir d'autres difficultés à surmonter que le passage à travers le Pongo de Manseriche et les deux grandes Cataractes d'Atures et

de Maypures (1). J'ai insisté plusieurs fois, dans mes écrits, sur les avantages que les Musées de l'Europe tireront un jour de ce dédale de rivières, en faisant parcourir à des collecteurs habiles, dans des canots appropriés au transport des objets, la région du globe la plus riche en productions végétales et animales.

On pourrait croire que les fréquentes bifurcations des fleuves et les communications extraordinaires des eaux courantes sur une immense étendue de pays, s'opposent, dans l'Amérique du Sud, à la distribution variée des espèces. Le Cassiquiare, par exemple, forme une ligne navigable entre deux bassins de rivières (l'Amazone et l'Orénoque), dont l'*area* est de 190,000 lieues carrées. Cependant il s'en faut de beaucoup que, sur toute cette surface de terrain, les poissons fluviatiles soient les mêmes. La température, la profondeur et la vitesse des eaux, leur limpidité, leurs propriétés chimiques, le lit des fleuves, tantôt vaseux, tantôt rempli d'écueils, influent puissamment sur l'organisation animale. L'Orénoque, entre les 4° et 8° de latitude, a généralement une température de 27°,5 et 29°,5 du thermomètre centigrade : la fraîcheur des eaux du Rio-Negro, au contraire, égale, sous l'équateur, celle du Rio-Congo. Je l'ai trouvée constamment au-dessous de 24°. Parmi les affluens de l'Orénoque et de l'Amazone, il y a des eaux *noires* et des eaux *blanches*, et j'ai développé, dans un autre

(1) Nous avons fait, M. Bonpland et moi, en soixante-quinze jours, sur les cinq grandes rivières de l'Apure, de l'Orénoque, de l'Atabapo, du Rio-Negro et du Cassiquiare, plus de 500 lieues en canot.



ouvrage (1), comment les crocodiles, plusieurs reptiles, et même les insectes tipulaires fuient ces eaux que le peuple appelle noires (*aguas negras*), quoiqu'elles ne soient que brunâtres par *réflexion* et faiblement jaunâtres par *transmission*. Mais ce qui caractérise le plus le Nouveau-Continent, c'est l'influence de la configuration du sol sur la variété des productions. Les rives de l'Amazone, là où je les ai visitées dans la province de Jean de Bracamoros, au pied des Andes de Loxa, ont déjà 200 toises de hauteur au-dessus du niveau de l'Océan. Une autre rivière très-considérable, le Rio-Cauca, conserve, dans une partie de son cours entre Carthago et Buga, une hauteur absolue de 500 toises. A cette élévation, on ne trouve en Europe que des ruisseaux ou des mares d'eau stagnante. Pour faire mieux sentir les contrastes qu'offrent nos climats avec la partie équinoxiale de l'Amérique, je vais rapporter ici les observations d'un savant qui réunit aux connaissances variées du naturaliste les grandes vues du physicien et du géologue. M. Ramond a bien voulu me communiquer ce que son long séjour dans la chaîne des Pyrénées lui a fait recueillir de plus certain.

« Les truites sont, dit-il, les seuls poissons que j'aie observés dans les lieux élevés. Voici les points les plus remarquables :

1°. *La truite saumonnée* (Salmo trutta) habite les eaux inférieures tant courantes que dormantes. On la pêche dans le Gave, depuis Lourdes, à 230 toises au-dessus du niveau de la mer, jusqu'au lac de Gaube, situé entre Can-

(1) *Relat. histor.*, tom. II, pag. 336, 403.

tères et la montagne de Vignemale, à une hauteur que j'ai trouvée de 917 toises. Elle y est mêlée avec l'espèce suivante ;

2°. *La truite commune* (Salmo Fario). On la pêche en abondance dans tous les lacs jusqu'à la limite d'environ 1170 toises. Je citerai pour exemple les suivans :

Lac de Liéou, entre le Pic du Midi et la vallée de Bagnères, élévation........................ 1032 t.

Lac d'Escoubous, au-dessus de Barège.... 1053 t.

3°. *La truite des Alpes*, ou *truite noire* (*Salmo alpinus ?*). Cette espèce habite des eaux encore plus élevées. On la trouve notamment dans le lieu suivant :

Lac Noir au-dessus de celui d'Escoubous ; élévation.................................. 1162 t.

C'est de la couleur de ces truites que le lac tire son nom.

Le lac d'Oncet, au pied du Pic du Midi, n'en contient point. Son élévation est de.... 1189 t.

Mais on y trouve en abondance des salamandres aquatiques ; et, quant à ces dernières, je crois qu'elles disparaissent à une plus grande élévation. Je ne me rappelle pas en avoir aperçu dans le lac du Mont-Perdu, dont l'élévation est de........................ 1292 t.

« Les Hautes-Pyrénées renferment un très-grand nombre de lacs dont la hauteur absolue excède celle du lac d'Oncet ; élévation où l'on ne rencontre plus de poissons. La seule région de Néouvielle présente treize lacs par étages, et dont le dernier est placé immédiatement au pied du grand pic. Ce sont des amas d'eau qui ont souvent plusieurs centaines d'arpens de superficie, et une profondeur considérable. J'ai plusieurs fois plongé

le thermomètre dans ces eaux. Les observations que j'ai faites sont du nombre de celles que j'ai perdues; mais elles ne suffiraient pas pour conclure la température moyenne des lacs où le poisson cesse d'exister. Je réduis toutes mes observations à une seule fort simple et qui n'a rien de scientifique : je n'ai jamais vu de poissons dans les lacs dont la surface est glacée en entier durant cinq ou six mois de l'année. Le lac d'Oncet est gelé environ six mois; le lac du Mont-Perdu l'est environ neuf mois; les lacs supérieurs de Néouvielle ne dégèlent que durant un mois ou deux : il y en a même un qui ne dégèle pas tous les ans, et que je n'ai vu débarrassé de glace qu'une seule fois en plusieurs années. Il est tout simple que les poissons ne puissent vivre dans des eaux où ils seraient privés trop long-temps de l'influence de l'air atmosphérique.

» Voilà ce que j'ai vu dans les Hautes-Pyrénées. La partie orientale de la chaîne, plus voisine de la Méditerranée, moins haute et placée à une latitude un peu plus méridionale, n'offre peut-être pas précisément les mêmes limites; mais elle nous fournit un fait très-curieux rapporté par Le Monnier et recueilli par M. de Lacépède, dans son article *Salmone truite*. A 300 toises environ au-dessous du sommet du Canigou, c'est-à-dire, 1140 toises au-dessus de la mer, se trouve un lac plein d'eau en été et sec vers l'équinoxe d'automne. Il est peuplé de truites durant la saison où il se remplit; elles disparaissent quand il se dessèche, et reparaissent quand l'eau y revient. Il me paraît évident que le poisson se réfugie dans des réservoirs intérieurs où la température est plus élevée, et cette circonstance expliquerait sa pré-

sence, même s'il se trouvait à une plus grande élévation. Il résulte de l'ensemble de mes observations que, dans la haute chaîne des Pyrénées, on trouve des poissons jusqu'à l'élévation de 1170 toises, et qu'au-dessus il n'y en a plus. »

Nous venons de voir, d'après les recherches de M. Ramond, quel est le *maximum* de hauteur auquel on rencontre des poissons sous la zone tempérée boréale, par les 42° ½ à 43° de latitude, où la température moyenne des plaines est de 15° à 16° du thermomètre centigrade. Si les eaux des Cordillères équatoriales nourrissaient les mêmes espèces de poissons que les eaux des Pyrénées, il est probable que le phénomène que nous discutons ici ne serait modifié, dans ces régions éloignées, que par la distance à laquelle se trouvent situés les lacs Alpins de la *ligne isotherme zéro*, c'est-à-dire, d'une couche d'air dont la température moyenne est le point de la congélation. Or, cette ligne est, selon mes recherches (1), de plus de 1300 toises plus élevée sur le dos des Andes de Quito que dans la chaîne des Pyrénées. Il s'en faut de beaucoup que la différence des hauteurs auxquelles on cesse de trouver des poissons sous les zones tempérées et équatoriales soit aussi considérable. Aucune espèce du genre Salmo n'habite les Andes que j'ai parcourues : les derniers poissons que l'on y rencontre dans les ruisseaux et les lacs, à 1400 et 1600 toises de hauteur, sont des Pœcilies, des Pimelodes et deux genres d'une forme

(1) *De la Distribution de la chaleur sur le globe*, p. 122-136.

bizarre (1) que j'ai décrits sous les noms d'*Eremophilus* et d'*Astroblepus*. Ce sont, pour ainsi dire, des Loches (Cobitis) apodes, des types de nouvelles familles aussi peu connus aux naturalistes de l'Europe que le sont jusqu'à ce jour la plupart des productions animales et végétales des hautes Cordillères. A 1800 ou 1900 toises de hauteur, les lacs alpins, sous l'équateur, ne renferment plus de poissons; car je fais abstraction ici des *Preñadillas* (2) qui, dans les tremblemens de terre qu'on observe constamment avant les éruptions du Cotopaxi et du Tunguragua, sont jetés par milliers, morts et enveloppés d'une boue argileuse, par des crevasses qui se trouvent à plus de 2500 toises d'élévation. Ces poissons vivent dans des bassins souterrains, et les indigènes ont observé depuis long-temps qu'entre Otavalo et San Pablo, par exemple, dans le *Desague de Peguchi*, on ne peut les pêcher que par des nuits très-obscures. Les *Preñadillas* ne sortent pas des cavernes du volcan d'Imbaburu tant que la lune est sur l'horizon.

On ne saurait attribuer, dans les Andes équatoriales, la disparition totale des poissons à 1800 ou 1900 toises de hauteur, aux glaces qui couvrent les lacs. L'air, à cette élévation, a encore une température moyenne de $+9°,5$. Dans les Pyrénées, il règne probablement, à 1200 toises de hauteur, là où se trouvent les dernières truites, une température moyenne de $+1°$ à $+1°,3$, et

---

(1) Voyez *Observations de zoologie et d'anatomie comparée*, tome 1, p. 17, pl. VI et VII.

(2) Pimelodes Cyclopum, *l. c.*, p. 21

M. Ramond y a vu les lacs gelés pendant plus de six mois de l'année, tandis que la Laguna de Mica (1), dans le plateau de l'Antisana, à l'est de Quito (plateau habité à 2100 toises d'élévation), est libre de glaces presque dans toutes les saisons. L'extinction, ou plutot la cessation de la vie animale dans les eaux de hautes régions, ne tient pas par-tout à de simples circonstances climatériques; et les causes qui ont restreint chaque espèce dans des limites plus ou moins étroites, sont couvertes de ce voile impénétrable qui cache à nos yeux tout ce qui a rapport à l'origine des choses, au premier développement des êtres organisés.

« On me demande, dit le célèbre historien des Pyrénées (2), d'où viennent ces poissons confinés dans les lacs supérieurs, et s'ils ont pu y arriver en remontant les ruisseaux, les torrens et les cascades qui s'en échappent? Dans plusieurs localités, cela se peut; dans plusieurs autres, c'est difficile à concevoir, à moins que l'on n'admette que la configuration des terrains a pu changer, que des amas d'eau, actuellement séparés, ont pu être réunis et continus, que les ruisseaux ont pu avoir plus de volume, que tels obstacles, opposés aujourd'hui à leur cours, pouvaient ne pas exister à l'époque de la migration primitive de ces habitans des eaux. J'attache peu d'importance à ces solutions hypothétiques, et je demanderai à mon tour d'où viennent les truites de nos

---

(1) *Voyez* le plan topographique de ce plateau dans l'*Atlas géogr. de la Relat. hist.*, pl. XXVI.

(2) Note manuscrite de M. Ramond.

rivières, comment elles ont sauté, des fleuves qui tombent dans l'Océan, dans ceux qui se déchargent dans la Méditerranée ou la Mer Noire. Il n'est pas plus aisé de se figurer une création limitée à un seul point, qu'une création embrassant à la fois tous les lieux semblablement disposés. Les végétations spéciales du cap de Bonne-Espérance, de la Nouvelle-Hollande, de Madagascar et de l'Amérique méridionale, les quadrupèdes, les amphibies spécialement affectés à certains lieux, ne déposent-ils pas plus hautement que les traditions et les systèmes en faveur de la seconde opinion? Dans l'état actuel de nos connaissances, n'est-il pas plus raisonnable de croire qu'au moment où la puissance créatrice s'est manifestée sur notre planète, elle a répandu à la fois, dans toutes ses parties, des types dont l'organisation est assortie à la condition physique de chaque localité? »

Les *formations d'eau douce* qui couvrent des terrains d'une étendue considérable prouvent sans doute que d'immenses lacs intérieurs ont pu faciliter jadis le passage des poissons et des plantes aquatiques d'une rivière à une autre rivière; mais comment l'Aldrovanda du Rhône est-elle parvenue à travers la crête des Alpes dans le bassin du Pô? Plus on étudie la distribution des êtres organisés, et plus on est porté, sinon à renoncer à ces idées de migration, du moins à ne pas les considérer comme des hypothèses satisfaisantes, lorsqu'il s'agit de la première apparition de la vie animale et végétale sur le globe. C'est par des migrations sans doute que plusieurs parties de la terre ont été repeuplées, quand des inondations ou des bouleversemens partiels avaient éteint

les germes de la vie organique ; mais ces migrations ne nous expliquent point l'existence des Gobies fluviatiles dans les îles volcaniques de la mer du Sud (1), des Pimelodes et des Eremophiles dans les plateaux de la Nouvelle-Grenade, de ces touffes de Befaria, d'Andromèdes et d'Aralia qui couronnent, à plus de deux cents lieues de distance, au milieu de l'Océan aérien, les sommets isolés des Cordillères.

Prix *décernés par l'Académie des Sciences, dans la séance publique du lundi 8 avril 1822.*

L'Académie, dans sa séance publique du 27 mars 1820, annonça qu'elle décernerait, dans sa séance publique du mois de mars 1822, le prix de mathématiques, consistant en une médaille d'or de la valeur de 3000 francs, *au meilleur ouvrage ou Mémoire de mathématiques pures ou appliquées, qui aura paru ou qui aura été communiqué à l'Académie, dans l'espace de deux années qui sont accordées aux concurrens.*

Plusieurs recherches physico-mathématiques, dignes

---

(1) *Gobius ocellaris*, Brousson. Existe-t-il des poissons d'eau douce dans une des îles Açores? La *Faune* et la *Flore* de cet archipel isolé placé entre l'ancien et le nouveau continent pourraient offrir le plus grand intérêt pour l'étude de la distribution primitive des espèces.

de beaucoup d'éloges, ont paru dans cet intervalle, et la Commission a spécialement remarqué les Mémoires de M. Plana sur les mouvemens des fluides qui recouvrent un sphéroïde solide à-peu-près sphérique ; les recherches expérimentales de MM. Fresnel et Herschel, sur la double réfraction et sur la polarisation de la lumière ; et les expériences curieuses de M. Savard sur les vibrations des corps solides. Mais l'importance de la découverte de l'action de la pile voltaïque sur l'aiguille aimantée, découverte qui fournit un nouveau principe aux mathématiques appliquées, et qui a déjà donné lieu à des applications intéressantes de l'analyse, a déterminé la Commission à lui décerner le prix de mathématiques. La Commission chargée de l'examen des pièces pour les prix de mathématiques adjuge toujours ces prix sans le concours de l'Académie ; mais comme la découverte dont il s'agit n'est point explicitement comprise dans le programme, la Commission a pensé que l'autorisation de la Compagnie lui était nécessaire pour décerner le prix à cette belle découverte. Cette demande ayant été soumise à la délibération de l'Académie, la proposition a été adoptée.

L'auteur est M. Œrsted, professeur de physique dans l'Université de Copenhague.

Prix de Statistique fondé par M. de Montyon.

Ce prix, dont le Roi a autorisé la fondation par une ordonnance en date du 22 octobre 1817, doit être décerné, chaque année, à l'ouvrage imprimé ou manuscrit qui aura été adressé à l'Académie, et qui aura le plus contribué aux progrès de la science statistique.

La Commission nommée par l'Académie pour l'examen des Mémoires envoyés au concours a pris connaissance de tous les ouvrages manuscrits ou imprimés, adressés à l'Académie dans le cours de l'année 1821 ; et, sur sa proposition, l'Académie a partagé le prix entre les deux ouvrages suivans, qui sont indiqués selon l'ordre des numéros d'envoi.

L'un, portant le N° 1, est intitulé : *Statistique du département des Deux-Sèvres.* L'auteur est M. le baron Dupin, ancien préfet de ce département, aujourd'hui résidant à Paris, et conseiller-maître à la Cour des Comptes.

Le second ouvrage porte le N° 3. Il a pour titre : *Observations géognostiques faites dans les Pyrénées.* L'auteur est M. Jean de Charpentier, directeur des Mines du canton de Vaux.

M. le baron Dupin avait déjà rendu public, dans le cours de l'année 1804, un Mémoire de statistique du département des Deux-Sèvres, imprimé in-folio par ordre du Gouvernement, et cité avec raison comme un modèle des ouvrages de ce genre. L'ouvrage manuscrit qu'il a envoyé cette année à l'Académie des Sciences est très-étendu, et complète ses premières recherches. Il renferme une multitude d'observations précieuses concernant la division du territoire, la population, les procédés de l'agriculture, et tous les objets principaux des recherches statistiques.

L'ouvrage manuscrit de M. de Charpentier, et la carte qu'il y a jointe, font connaître avec précision l'état minéralogique d'une des parties les plus remarquables du ter-

ritoire de l'Europe : les résultats nombreux qu'il présente sont le fruit d'une étude exacte et approfondie ; l'importance de ces recherches, le haut degré d'instruction qu'elles exigent, leurs rapports nécessaires avec les questions de statistique, l'ordre qui règne dans ce grand travail, ont vivement intéressé la Commission, et lui ont paru dignes du suffrage de l'Académie. L'auteur est Saxon et fils d'un minéralogiste très-célèbre ; il s'est établi pendant cinq années consécutives dans les Pyrénées, pour y observer l'état minéralogique de cette contrée.

On n'a pu comprendre dans le concours *les Mémoires statistiques de la ville de Paris,* que l'Administration a publiés pendant l'année précédente ; mais la Commission a voulu exprimer combien cet ouvrage, qui renferme dans un espace peu étendu un nombre immense de faits, lui paraît important et propre à fixer les principes et à multiplier les applications d'une science si nécessaire à toutes les branches du Gouvernement.

M. Benoiston de Châteauneuf a publié, dans le cours de l'année précédente, une nouvelle édition de ses Recherches sur les objets de consommation dans la ville de Paris. Le Mémoire qu'il avait déjà présenté à l'Académie des Sciences sur cette question a été l'objet d'un rapport détaillé qui fait connaître le mérite de son travail, les difficultés que l'auteur a surmontées, et les succès importans qu'il a obtenus. Ces nouvelles recherches n'offrent pas moins d'intérêt ; et les motifs évidens d'utilité publique qui animent l'auteur doivent porter toutes les Administrations à favoriser ses travaux.

Prix de Physiologie expérimentale, fondé par feu M. de Montyon.

Ce prix, dont le Roi a autorisé la fondation par une ordonnance en date du 22 juillet 1818, doit être décerné chaque année à l'ouvrage imprimé ou manuscrit qui aura paru avoir le plus contribué aux progrès de la physiologie expérimentale.

Parmi les six Mémoires envoyés au concours, deux seulement ont paru mériter une récompense; mais ces deux ouvrages n'ayant avec l'objet de la fondation qu'un rapport indirect, la Commission a jugé que l'on pourrait donner, à titre d'encouragement, à chacun des auteurs, une médaille d'or de la valeur de la moitié du prix.

L'un de ces Mémoires est de M. Desmoulins; il a pour titre : *Recherches anatomiques et physiologiques sur le système nerveux dans les poissons.*

L'autre est de Jules Cloquet, *sur les calculs urinaires* (1).

---

(1) L'auteur décrit, d'après plus de 6000 de ces concrétions, toutes les variétés dont elles sont susceptibles, et indique diverses voies par lesquelles la nature elle-même parvient quelquefois à les détruire; telles que la dissolution, la rupture spontanée, la décomposition de leur partie animale. Il croit même en avoir trouvé un qui avait été rongé intérieurement par un ver intestinal. Ce travail est surtout remarquable par des expériences sur la possibilité de faire circuler dans la vessie, au moyen d'une seringue convenable, une grande quantité d'eau, et sur le soulagement marqué qui en est résulté pour plusieurs malades.

L'autre de ces ouvrages, récompensés par une médaille,

L'Académie a accordé une mention honorable au Mémoire de M. Dutrochet, intitulé : *Des Directions spéciales qu'affectent certaines parties des végétaux.*

Prix fondé par feu M. Alhumbert.

Feu M. Alhumbert ayant légué une rente annuelle de *trois cents francs* pour être employée aux progrès des sciences et des arts, le Roi a autorisé les Académies des Sciences et des Beaux-Arts à distribuer alternativement chaque année un prix de cette valeur.

L'Académie des Sciences a arrêté en principe qu'elle consacrerait ce prix à des travaux particuliers, propres à remplir des lacunes dans l'ensemble de nos connaissances. Elle a en conséquence proposé, en 1820, le sujet suivant pour le prix qui doit être adjugé cette année :

Suivre le développement du triton ou salamandre aquatique dans ses différens degrés, depuis l'œuf jusqu'à l'animal parfait, et décrire les changemens qu'il éprouve à l'intérieur, principalement sous le rapport de l'ostéogénie et de la distribution des vaisseaux.

---

est une description anatomique du cerveau et du système nerveux dans un grand nombre de poissons, par M. le Dr Desmoulins. C'est un beau supplément au travail de M. Serre, que nous avons annoncé l'année dernière, et il est plein de détails précieux sur la distribution des branches nerveuses. Malheureusement ce genre de détails n'est point de nature à entrer dans une analyse, car on ne pourrait en donner une idée qu'en le copiant presque entièrement.

(*Extrait de l'Analyse des trav. de l'Acad.*)

L'Académie a décerné le prix au seul Mémoire qui ait été présenté, et qui a pour épigraphe : *In minimis maxima*, en faisant observer toutefois que l'auteur ne s'est occupé que d'une partie du problème qui a été proposé; problème assez important pour être proposé incessamment pour le grand prix de physique.

L'auteur est M. Dutrochet, correspondant de l'Académie, à Château-Regnaud (Indre-et-Loire) (1).

Programmes *des Prix proposés par l'Académie royale des Sciences pour l'année* 1823.

Prix de Statistique fondé par M. de Montyon.

Une ordonnance du Roi, rendue le 22 octobre 1817, a autorisé la fondation d'un prix annuel de statistique

---

(1) Le prix a été décerné à M. Dutrochet, bien qu'il n'ait traité que la première partie du problème, à cause de l'intérêt de ses observations, principalement sur l'état des os lorsqu'ils ne sont encore que gélatineux, et avant qu'aucun point osseux s'y manifeste. Ils se forment alors, selon M. Dutrochet, par une véritable végétation. Dans une vertèbre, par exemple, on voit d'abord le corps sous forme de deux cônes opposés par leurs sommets, et toutes les autres parties en sortent comme des bourgeons.

Dans le têtard de la grenouille, la colonne vertébrale, dans le principe, n'est qu'un cordon revêtu d'une gaîne fibreuse d'une seule pièce, qui, lorsque l'ossification s'est faite et a distingué les vertèbres, devient le périoste; on sait même

qui doit être proposé et décerné par l'Académie des Sciences.

Parmi les ouvrages publiés chaque année, et qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la statistique de la France, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la première séance publique de l'année suivante. On considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrits, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés dans le cours de l'année, seraient adressés au Secrétariat de l'Institut : sont seuls exceptés

---

que la queue de ce têtard conserve jusqu'à la métamorphose l'organisation qui appartenait d'abord à toute l'épine.

Dans la grenouille, les os des membres, selon M. Dutrochet, sont de même formés de deux cônes qui croissent par leurs bases opposées, et se rapprochent ainsi peu à peu les uns des autres. Les épiphyses sortent en quelque façon du corps de l'os, et se moulent mutuellement sur l'épiphyse voisine avec laquelle elles s'articulent. L'auteur ne trouve pas les apophyses sur ces premiers germes gélatineux de l'os, et conjecture qu'elles naissent d'une partie ossifiée des tendons qui s'y insèrent.

On sait que les salamandres reproduisent leurs pattes quand on les a coupées. M. Dutrochet, en observant cette reproduction sur des têtards transparens, croit avoir remarqué qu'elle commence aussi par une végétation du périoste, qui contient une substance gélatineuse, d'abord d'une seule pièce, et dans laquelle les os se forment et se séparent ensuite par l'effet de l'ossification.

(*Extrait de l'Analyse des trav. de l'Acad.*)

les ouvrages imprimés ou manuscrits de ses membres résidens.

Afin que les recherches pussent s'étendre à un plus grand nombre d'objets, il a paru d'abord préférable de ne point indiquer une question spéciale, en laissant aux auteurs mêmes le choix du sujet, pourvu que ce sujet appartienne à la statistique proprement dite, c'est-à-dire qu'il contribue à faire connaître exactement le territoire, ou la population, ou les richesses agricoles et industrielles du royaume et des colonies.

(*Voyez*, dans les anciens Programmes, des remarques qui pourront servir à diriger les auteurs vers le but que l'on s'est proposé en fondant un prix annuel de statistique.)

Prix de Physique proposé en 1821 *pour l'année* 1823.

L'origine de la chaleur animale n'est pas établie d'une manière incontestable, et même les physiciens sont encore partagés sur cet objet, qui est d'une grande importance pour les progrès de la physiologie.

L'Académie royale des Sciences propose pour le prix qu'elle doit décerner dans la séance publique de l'année 1823, de *déterminer par des expériences précises quelles sont les causes, soit chimiques, soit physiologiques, de la chaleur animale.* Elle exige particulièrement que *l'on détermine exactement la chaleur émise par un animal sain, dans un temps donné, et l'acide carbonique qu'il produit dans la respiration; et que l'on compare cette chaleur à celle que produit la combustion de carbone en formant la même quantité d'acide carbonique.*

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 3000 francs.

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er janvier 1823.

Ce terme est de rigueur.

Prix de Mathématiques pour l'année 1824.

L'Académie royale des Sciences, persuadée que la théorie de la chaleur est un des plus intéressans objets des mathématiques appliquées, et considérant que les prix déjà proposés sur cette théorie ont éminemment contribué à la perfectionner, propose la question suivante pour le sujet du nouveau prix de mathématiques qu'elle décernera au mois de mars de l'année 1824 :

1°. *Déterminer par des expériences multipliées la densité qu'acquièrent les liquides, et spécialement le mercure, l'eau, l'alcool et l'éther sulfurique, par des compressions équivalentes aux poids de plusieurs atmosphères ;*

2°. *Mesurer les effets de la chaleur produits par ces compressions.*

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 3000 francs.

Les Mémoires devront être remis avant le 1er janvier 1824.

Ce terme est de rigueur.

Prix fondé par feu M. Alhumbert.

Feu M. Alhumbert ayant légué une rente annuelle de *trois cents francs* pour être employée aux progrès des

sciences et des arts, le Roi a autorisé les Académies des Sciences et des Beaux-Arts à distribuer alternativement, chaque année, un prix de cette valeur.

L'Académie propose le sujet suivant pour le concours de cette année :

Comparer anatomiquement la structure d'un poisson et celle d'un reptile; les deux espèces au choix des concurrens.

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 300 francs.

Il sera adjugé dans la séance publique du mois de mars 1824.

Le terme de rigueur pour l'envoi des Mémoires est le 1er janvier 1824.

Prix de Physiologie expérimentale, fondé par M. de Montyon.

Feu M. de Montyon, ayant conçu le noble dessein de contribuer aux progrès des sciences, en fondant plusieurs prix dans diverses branches de nos connaissances, a offert une somme à l'Académie des Sciences, avec l'intention que le revenu en fût affecté à un prix de physiologie expérimentale à décerner chaque année; et, le Roi ayant autorisé cette fondation par une ordonnance en date du 22 juillet 1818, l'Académie annonce qu'elle adjugera une médaille d'or de la valeur de 895 francs à l'ouvrage imprimé ou manuscrit qui lui aura été adressé d'ici au 1er janvier 1823, et qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la physiologie expérimentale.

Les auteurs qui croiraient pouvoir prétendre au prix

sont invités à adresser leurs ouvrages, francs de port, au Secrétariat de l'Académie, avant le 1er janvier 1823.

Ce terme est de rigueur.

Le prix sera adjugé dans la séance publique du mois de mars 1823.

Prix de Mécanique, fondé par M. de Montyon.

M. de Montyon ayant offert une rente de *cinq cents francs* sur l'État, pour la fondation d'un prix annuel que le Roi a autorisé par une ordonnance en date du 29 septembre 1819, en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie royale des Sciences, s'en sera rendu le plus digne en inventant ou en perfectionnant des instrumens utiles aux progrès de l'agriculture, des arts mécaniques et des sciences ;

Aucun des instrumens ou machines récemment inventés n'ayant paru digne du prix qui devait être décerné dans la séance publique du mois de mars 1822, ce prix est remis au concours.

En conséquence, il sera cumulé avec celui de 1822, pour être donné dans la séance publique du mois de mars 1823.

Ce prix sera une médaille d'or de la valeur de 1500 francs.

Il ne sera donné qu'à des machines dont la description et les plans ou modèles, suffisamment détaillés, auront été soumis à l'Académie, soit isolément, soit dans quelque ouvrage imprimé, transmis à l'Académie.

L'Académie invite les auteurs qui croiraient avoir des droits à ce prix à communiquer les descriptions manus-

crites ou imprimées de leurs inventions, avant le 1er janvier 1823. Ce terme est de rigueur.

Prix d'Astronomie.

La médaille fondée par feu M. de Lalande, pour être donnée annuellement à la personne qui, en France ou ailleurs (les membres de l'Institut exceptés), aura fait l'observation la plus intéressante, ou le Mémoire le plus utile aux progrès de l'astronomie, est remise à l'année 1823, attendu que l'Académie n'a eu connaissance d'aucune découverte ni d'aucun ouvrage qui en ait paru digne.

Le prix sera double, et consistera en une médaille d'or de la valeur de 1270 francs.

Il sera décerné dans la séance publique du mois de mars 1823.

Les Mémoires et machines devront être adressés, francs de port, au Secrétariat de l'Institut, avant le terme prescrit, et porter chacun une épigraphe ou devise qui sera répétée, avec le nom de l'auteur, dans un billet cacheté joint au Mémoire.

Les concurrens sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des ouvrages qui auront été envoyés au concours; mais les auteurs auront la liberté d'en faire tirer des copies s'ils en ont besoin.

Le *Phénomène des aurores boréales se produit-il quelquefois en plein jour ?*

Le catalogue détaillé d'aurores boréales que Mairan a publié dans la dernière édition de son *Traité* ne renferme aucune observation faite de jour. « Les grandes » aurores boréales, dit ce savant académicien, com- » mencent ordinairement de bonne heure, peu de temps » après la fin du crépuscule, et quelquefois aupara- » vant. » « Jamais, que je sache, ajoute-t-il ailleurs, ce » phénomène ne commence le matin, après minuit, » quand les nuits sont un peu longues. »

En parcourant le tome II des *Mémoires de l'Académie d'Irlande*, j'y ai trouvé une observation du D[r] Henry Ussher, membre des Sociétés royales de Londres et de Dublin, qui tombe si peu dans les limites indiquées par Mairan, qu'elle a été faite de jour et tout près de l'heure de midi. Voici la traduction littérale de la note du savant irlandais :

« Dans la nuit du samedi 24 mai 1788, j'ai aperçu » (à Dublin) une brillante aurore boréale : ses rayons » lumineux se réunissaient, comme d'habitude, au pole » de l'aiguille d'inclinaison. J'ai toujours remarqué » que les aurores boréales rendent les étoiles singu- » lièrement ondulantes dans le télescope. *Le lendemain* » *matin* (25) *vers onze heures*, ayant trouvé que les » astres oscillaient beaucoup dans ma lunette, j'exa- » minai attentivement l'état du ciel, et j'aperçus des » rayons d'une lumière blanche et vacillante qui s'éle- » vaient de tous les points de l'horizon vers le pole de

» l'aiguille d'inclinaison où ils formaient une *coupole*
» légère et blanchâtre, semblable à celle que présentent,
» la nuit, les brillantes aurores boréales. Les rayons
» étaient tremblotans depuis l'horizon jusqu'à leur point
» de réunion.

» Cette aurore fut observée par trois différentes per-
» sonnes, qui marquèrent chacune séparément le point
» vers lequel les rayons convergeaient. »

L'influence manifeste que les aurores exercent sur la déclinaison de l'aiguille aimantée, m'a semblé un moyen de décider si le phénomène dont on vient de lire la description était bien réellement une *aurore boréale de jour*. J'ai donc pris, dans les archives du Bureau des Longitudes, les observations de variations diurnes qui se faisaient à l'Observatoire sous la direction de M. de Cassini, et j'en ai déduit les résultats que voici :

Etat moyen de l'aiguille entre le 18 *et le* 30 *mai* 1788.

	8h.	10h.	midi.	2h.	5h.	9h.
	35′	39′	42′	42′	37′	35′;
Le 24.	—	46	37	—	38	36;
Le 25.	44	37	44	39	36	35.

Ordinairement les observations faites à une heure déterminée, dans la même quinzaine, ne présentent guères entre elles que des discordances de 2 ou 3′. Les résultats du 25 diffèrent assez de la moyenne, tant par leur marche que par leurs valeurs, pour qu'on doive supposer qu'il y avait, ce jour-là, une cause perturbatrice.

Ainsi, les phénomènes magnétiques viennent à l'appui de la conclusion du Dr Ussher.

J'ai rapporté les observations du 24 pour faire voir que l'aurore boréale qui se montra la nuit de ce même jour, avait déjà commencé à agir dès le matin. L'observation de 8h. manque, à cause des grandes oscillations que faisait l'aiguille à cette époque de la journée.

L'aurore boréale de jour est décrite dans la note de M. Ussher avec beaucoup de netteté. Ce savant est d'ailleurs connu par plusieurs Mémoires intéressans, dont je me plais à reconnaître le mérite. Ne demandera-t-on pas, d'après cela, comment j'ai pu croire nécessaire de chercher à prouver, par des voies indirectes, qu'un observateur aussi exercé ne s'était pas mépris, et que le phénomène qu'il avait aperçu dans la matinée du 25 mai 1788, était bien, comme il l'annonce, une aurore boréale? Je répondrai à cette question, qu'il arrive souvent, comme tous les météorologistes l'ont remarqué, que des bandes de nuages très-légères sont disposées dans les hautes régions de l'air, de manière qu'elles paraissent converger vers un seul et même point, et présentent ainsi la disposition des rayons décrits par M. Ussher. Le point de convergence était, il est vrai, dans ce cas-ci, le pole de l'aiguille d'inclinaison. J'avouerai franchement que si cette circonstance ne m'avait pas entièrement convaincu, c'est seulement parce que, dans un Mémoire sur les Halos, le même savant annonce avec une égale assurance que le grand axe des halos elliptiques est aussi toujours dirigé parallèlement à l'aiguille magnétique, résultat qui ne me paraît ni vrai ni vraisemblable.

Avis *aux Astronomes sur la comète à courte période.*

Les intervalles compris entre deux apparitions consécutives de cette comète sont de 1204 à 1205 jours. Elle a été vue en 1785, en 1795, en 1805 et en 1819. Le 24 mai 1822, jour de son passage au périhélie, la comète se trouvera éloignée du soleil de 20° ½ en ascension droite; sa déclinaison sera de 2° plus boréale. La lumière paraîtra plus brillante que celle d'une étoile de 5me grandeur; mais, par nos hautes latitudes, la force du crépuscule empêchera d'observer l'astre, parce que le soleil s'enfonce lentement sous l'horizon. Plus au midi, à Marseille, à Marlia, et surtout à Palerme, il faut espérer qu'un œil exercé, armé d'une bonne lunette et secondé par un horizon très-clair, trouvera plus de facilité. Il est fort à desirer que les observateurs du midi de la France et de l'Italie ne négligent pas de s'occuper de la recherche que nous leur rappelons.

Erratum *pour le tome* xviii *des* Annales de Chimie et de Physique.

Page 339, ligne 8, planche 3, *lisez*, planche 4.

Dans la figure 5 de cette planche, le graveur a placé les flèches qui indiquent le sens du mouvement, dans une direction opposée à celle où elles devraient être.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. MAI 18[illegible].

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL	VENTS
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	à midi.
1	766,20	+ 4,6	80	765,72	+11,3	53	764,92	+13,0	57	766,10	+ 4,9	70	+13,3	− 1,5	Très-beau.	S.
2	767,68	+ 6,8	70	767,53	+11,3	49	766,07	+12,0	40	767,58	+ 5,6	73	+12,0	+ 0,1	Voilé, brouillard.	O.
3	767,88	+ 6,1	79	767,15	+11,8	60	765,43	+13,3	46	764,95	+ 7,1	71	+13,3	+ 0,3	Beau.	E. S. E.
4	761,87	+ 8,0	75	76[illegible],21	+12,3	58	760,13	+14,3	36	761,03	+ 7,2	91	+14,3	+ 2,5	Légers nuag. à l'horiz.	S-
5	761,78	+10,3	69	761,65	+14,0	54	761,17	+15,0	46	761,78	+ 9,2	77	+15,0	+ 3,8	Très-nuageux.	S.
6	758,72	+ 7,4	90	757,40	+ 8,7	89	755,44	+11,3	80	752,86	+11,0	92	+11,3	+ 7,0	Pluie.	S. O. fort.
7	752,15	+ 9,3	81	750,82	+11,6	62	749,34	+12,4	50	751,45	+ 7,5	68	+12,4	+ 6,8	Nuageux.	O. S. O.
8	755,70	+ 7,5	69	754,33	+10,5	55	751,66	+10,3	58	749,85	+ 9,6	80	+10,5	+ 3,0	Très-nuageux.	O. S. O. fort.
9	752,80	+11,8	84	754,70	+12,6	81	755,52	+12,8	79	756,22	+11,3	72	+12,8	+ 9,1	Pluie fine.	O.
10	756,18	+12,0	71	756,10	+13,3	69	754,92	+14,0	65	755,26	+10,5	82	+14,0	+1[illegible],0	Couvert.	S. O.
11	758,47	+ 6,5	80	758,40	+10,4	62	759,00	+10,3	37	762,69	+ 6,8	40	+10,8	+ 6,0	Nuageux.	N. O.
12	768,15	+ 8,0	62	758,40	+11,0	42	767,80	+ 9,6	40	768,15	+ 4,4	58	+11,0	+ 1,5	Nuageux, lég. brouil.	S. très-faible.
13	764,08	+ 6,6	58	762,30	+ 9,9	46	759,80	+13,0	38	758,97	+ 8,0	51	+13,0	+ 0,9	Légères vapeurs.	E. S. E.
14	758,38	+12,9	58	758,37	+17,9	39	758,28	+18,0	50	760,02	+12,5	82	+18,0	+ 6,5	Ciel voilé.	S.
15	763,16	+12,5	78	763,58	+16,6	60	763,10	+16,1	60	765,12	+12,5	78	+16,6	+10,0	Couvert, brouillard	O. N. O.
16	765,30	+11,4	81	765,09	+17,6	59	764,46	+18,9	52	766,40	+13,3	68	+18,9	+ 6,3	Nuageux.	S.
17	768,00	+14,4	84	767,50	+17,8	58	767,12	+17,4	68	766,10	+14,5	81	+18,0	+12,3	Quelques éclaircies.	S. O.
18	764,27	+12,5	87	766,20	+14,1	45	767,07	+13,8	42	769,27	+ 9,3	84	+14,1	+ 8,8	Nuageux.	O.
19	768,14	+12,6	66	767,66	+17,3	51	766,16	+17,4	56	767,38	+12,5	83	+17,4	+ 5,5	Couvert.	O. S. O.
20	767,24	+14,1	73	76[illegible],79	+15,1	62	765,41	+16,3	58	766,10	+12,6	82	+16,3	+10,5	Couvert.	S. O.
21	765,20	+12,3	81	764,20	+15,3	69	762,45	+17,1	57	761,66	+11,6	80	+17,1	+10,0	Nuageux, lég. brouil.	O. faible.
22	766,38	+11,0	51	767,70	+12,3	31	767,70	+12,4	34	768,64	+ 7,0	88	+12,4	+ 5,0	Nuageux.	N. O. fort.
23	766,93	+10,1	70	764,96	+13,4	51	762,04	+14,3	46	758,23	+ 8,4	73	+14,3	+ 1,6	Beau, brouil. à l'horiz.	S.
24	751,24	+15,3	47	750,55	+16,5	47	749,98	+15,8	60	753,85	+ 8,6	68	+16,5	+ 5,0	Couvert.	S. O. fort.
25	757,06	+ 8,6	69	756 9	+11,4	58	7[illegible]5,48	+12,5	46	755,40	+10,1	81	+12,5	+ 5,0	Nuageux.	S. O.
26	763,88	+11,0	68	763,81	+13,8	49	763,30	+14,5	46	764,38	+11,3	63	+14,5	+ 4,4	Nuageux.	O.
27	764,68	+12,4	64	763,72	+16,0	43	762,30	+16,9	39	761,16	+11,5	50	+16,9	+ 5,0	Beau.	S. E.
28	759,80	+14,0	53	759,50	+21,3	40	758,88	+21,8	31	760,18	+16,0	55	+21,8	+ 6,5	Légers nuages.	S.
29	760,26	+12,0	57	769,58	+14,0	35	768,92	+14,9	27	768,38	+ 8,5	57	+14,9	+ 8,5	Beau.	O. N. O.
30	756,75	+12,5	54	751,67	+17,0	52	746,66	+14,5	55	748,90	+ 9,0	78	+17,0	+ 6,4	Couvert.	S. O.
31	760,93	+ 6,3	56	761,58	+ 6,0	60	762,52	+ 4,9	60	765,13	+ 2,9	74	+ 6,3	+ 2,5	Forte averse de gresil.	N. très-fort.
1	760,10	+ 8,4	77	759,66	+11,7	63	758,52	+13,0	56	758,71	+ 8,4	78	+12,9	+ 4,1	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	764,52	+11,1	73	763,43	+14,8	52	763,81	+15,1	50	765,02	+10,6	71	+15,4	+ 6,8	Moyenn. du 11 au 20.	Terrasse, 1,808
3	76[illegible],01	+11,4	61	761,29	+14,3	48	760,02	+14,5	46	760,54	+ 9,5	69	+14,9	+ 5,4	Moyenn. du 21 au 31.	Cour, 2,038
	762,20	+10,3	70	761,45	+13,6	54	760,76	+14,2	50	761,39	+ 9,5	73	+ 14,4	+ 5,5	Moyennes du mois, +9°,9.	

Extrait d'un Mémoire sur la Distribution de la chaleur dans les corps solides.

Par M. Poisson.

(Lu à l'Académie des Sciences le 31 décembre 1821.)

Ce nouveau Mémoire est la suite de celui que j'ai lu à l'Institut sur le même sujet, en 1815, auquel j'ai fait depuis plusieurs additions, et qui a été rendu public au mois de mai dernier (1). La question qui fait l'objet de ces deux Mémoires se divise naturellement en deux parties : la formation des équations différentielles du mouvement de la chaleur, soit à l'intérieur, soit à la surface des corps solides, et la résolution complète de ces équations, pour en déduire, à un instant quelconque, les températures de tous les points du corps que l'on considère, d'après celles qu'ils avaient à une époque déterminée. Pour former les équations relatives aux points intérieurs, je suis parti de l'hypothèse que M. Laplace a proposée le premier, et qui consiste à faire dépendre la communication de la chaleur dans l'intérieur des corps solides, d'un rayonnement entre leurs particules, qui s'étend à des distances infinies, mais imperceptibles; en sorte que cette action calorifique puisse être assimilée, quelle qu'en soit la cause, à toutes les autres espèces d'actions molé-

(1) Ces deux Mémoires feront partie du dix-neuvième Cahier du *Journal de l'Ecole Polytechnique*, qui paraîtra incessamment. L'impression du premier étant terminée, il en a été distribué des exemplaires particuliers, à l'époque citée.

culaires. La forme de l'équation à laquelle on parvient est subordonnée à cette hypothèse; elle serait différente, par exemple, si le rayonnement intérieur s'étendait à distance sensible : dans la supposition contraire que nous avons adoptée, elle ne dépend point de la forme du corps; elle dépend uniquement de sa constitution intérieure; et je l'ai obtenue, dans le premier Mémoire, pour le cas d'un corps hétérogène dans lequel la conductibilité et la chaleur spécifique varient d'un point à un autre, suivant des lois quelconques. Cette équation générale coïncide, dans le cas particulier de l'homogénéité, avec celle que M. Fourier avait précédemment donnée pour le même cas.

Relativement aux points voisins de la surface, on admet qu'indépendamment de leur rayonnement mutuel, ils émettent de la chaleur au dehors, de manière que la chaleur rayonnante qui s'échappe d'un corps solide ne part pas seulement de sa surface; mais elle émane aussi de points qui en sont voisins, jusqu'à une profondeur imperceptible. Pour conclure de ce mode de rayonnement extérieur l'équation du mouvement de la chaleur à la surface d'un corps de forme quelconque, j'ai supposé, dans mon premier Mémoire, que la température n'éprouve pas de changement brusque près de cette surface, c'est-à-dire qu'à la surface même et dans l'étendue où se fait l'émission extérieure, la température ne diffère pas sensiblement de celle qui a lieu à la petite profondeur où cette émission a cessé. A la vérité, la loi de continuité exige que l'on passe, par une gradation insensible, de la température du corps à celle du milieu dans lequel il est placé; mais notre hypothèse n'était pas pour cela inad-

missible; car on peut concevoir qu'il existe en dehors du corps, dans le milieu extérieur, une couche d'une épaisseur aussi petite qu'on voudra, dans laquelle la température varie très-rapidement, et qui serve à lier l'une à l'autre les températures intérieure et extérieure. Il était donc nécessaire d'examiner ce qui devait arriver dans cette hypothèse : or, il en résulte, comme conséquence nécessaire, une relation entre les deux fonctions des petites distances qui expriment la loi du rayonnement intérieur et la loi de l'émission de la chaleur au dehors; relation qui n'a rien d'impossible en elle-même, mais qui n'existerait pas, en général, si ces deux fonctions étaient données *à priori*. L'équation relative à la surface, obtenue de cette manière, ne serait démontrée que pour le cas où cette relation aurait effectivement lieu, ce qui laisserait du doute sur sa généralité et sur les applications qu'on en pourrait faire. C'est pour cette raison que j'ai repris en entier cette question dans ce second Mémoire, pour la traiter sous un nouveau point de vue.

Je regarde maintenant le corps que l'on considère comme terminé par une couche d'une épaisseur insensible, dans laquelle néanmoins la température éprouve une variation d'une grandeur sensible; cette couche peut d'ailleurs se prolonger au dehors d'une quantité également très-petite, de sorte que la température inconnue qui répond à la surface même du corps puisse différer sensiblement de celle qui a lieu à une distance insensible, soit au dehors, soit à l'intérieur. Pour expliquer plus facilement cette disposition de la chaleur aux extrémités des corps solides, nous pouvons la comparer à une circonstance analogue qui se présente dans la théorie des

tubes capillaires, dont la physique est redevable à M. Laplace. On sait, en effet, d'après cette théorie, que l'inclinaison du plan tangent à la surface d'un liquide qui s'élève ou qui s'abaisse dans un tube capillaire, varie très-rapidement près des parois du tube, de telle sorte qu'elle est très-différente à la paroi même et à une distance imperceptible : la nature de cette surface, près de la paroi, dépend à la fois de la loi de l'attraction du liquide sur lui-même, et de la loi de l'attraction de la matière du tube sur le liquide, de même que les températures des points voisins de la surface d'un corps échauffé dépendent, dans cette nouvelle hypothèse, de la loi d'émission de la chaleur au dehors, et de celle du rayonnement intérieur : à une distance sensible de la paroi, l'équation de la surface liquide est connue, et ne dépend plus des lois d'attraction ; et aussi, dans l'intérieur du corps, la loi des températures est indépendante de la fonction qui exprime la loi du rayonnement à petites distances entre ses molécules.

L'équation qu'il s'agissait d'obtenir, à laquelle je suis parvenu dans ce second Mémoire, a la même forme que celle qui se trouve dans le premier ; mais elle n'est plus sujette à aucune restriction ; et le sens réel qu'on y doit attacher est fixé d'une manière précise : au lieu de s'appliquer à la température des points de la surface, qui reste inconnue et qui ne saurait non plus être donnée par l'observation, cette équation subsiste pour la température qui a lieu à une très-petite profondeur, laquelle température est en même temps celle que l'on peut calculer et que l'on peut observer.

Dans le premier Mémoire, j'ai aussi considéré la dis-

tribution de la chaleur dans un corps composé de deux parties de matières différentes, en supposant toujours, comme pour la surface extérieure, que la température n'éprouve pas de changement brusque près de leur surface de contact. Dans celui-ci, j'examine de nouveau cette hypothèse, et je fais voir qu'elle entraîne des conséquences qu'on ne peut admettre sans nuire à la généralité de la question. En l'abandonnant ensuite, je parviens à deux équations relatives à la surface de contact, qui n'avaient pas encore été données. Outre la conductibilité propre de la matière dans chacune des deux parties du corps, ces équations renferment encore une quantité qui se rapporte au passage de la chaleur de l'une de ces parties dans l'autre, et dont la valeur ne peut aussi se déduire que de l'observation. J'ai indiqué, à la fin de ce Mémoire, les expériences et les calculs qu'il faudrait faire pour déterminer cette valeur de la manière qui paraît la plus susceptible d'exactitude.

Les équations différentielles du mouvement de la chaleur étant ainsi établies, il faudra, pour en faire des applications numériques, connaître les valeurs de certains élémens qu'elles renferment, savoir : la chaleur spécifique de la matière du corps, la mesure de sa conductibilité propre, celle du pouvoir rayonnant de sa surface pour un excès donné de sa température sur celle du milieu extérieur, et enfin la quantité relative au passage de la chaleur d'une substance solide dans une autre. Il serait donc à desirer que l'expérience eût fait connaître, pour un grand nombre de corps, les valeurs de ces divers élémens; mais si l'on excepte la chaleur spécifique, nos connaissances à l'égard des autres sont encore extrêmement

bornées. D'un autre côté, pour que les équations différentielles restent linéaires et puissent être résolues, on est obligé de regarder ces diverses quantités comme indépendantes de la température : or, l'expérience a déjà prouvé que la chaleur spécifique et la mesure du rayonnement de la surface éprouvent de très-grandes variations dans les hautes températures, et il est naturel de penser qu'il en est de même à l'égard de la conductibilité ; la solution des problèmes particuliers, fondée sur l'invariabilité de tous ces élémens, n'est donc qu'une approximation qui sera suffisante dans le cas des températures ordinaires, mais qui pourrait induire grandement en erreur lorsque les températures viennent à passer certaines limites.

Telle est l'analyse succincte de la partie physique de la question qui fait l'objet de nos deux Mémoires. La résolution des équations différentielles dans les différens cas qu'il est possible de traiter, relativement à la forme du corps et à la distribution primitive de la chaleur entre tous ses points, n'offre plus que des problèmes de pure analyse pour lesquels on peut suivre deux méthodes différentes qu'il est bon de comparer entre elles.

L'une de ces méthodes est celle que j'ai suivie dans le premier Mémoire : elle consiste à partir directement de l'intégrale complète sous forme finie, de l'équation aux différences partielles relative à chaque problème particulier. La fonction arbitraire que contient cette intégrale représente immédiatement, du moins dans tous les exemples du premier Mémoire, la loi des températures des points du corps que l'on considère ; dans d'autres questions plus compliquées, elle est implicitement liée à

cette loi; de manière qu'elle est censée déterminée dans tous les cas, mais seulement pour toute l'étendue du corps dont il s'agit; et elle reste au contraire indéterminée pour toutes les valeurs des variables correspondantes à des points qui tombent hors de cette étendue. Cette division d'une fonction arbitraire en plusieurs portions, qui forment comme autant de fonctions différentes, et dont une seule est donnée par les conditions initiales de la question, se retrouve dans les solutions de la plupart des problèmes de physique ou de mécanique dépendant des équations aux différences partielles; et le problème des cordes vibrantes en offre le plus simple et le plus ancien exemple. L'indétermination d'une partie de la fonction arbitraire est ce qui permet, dans ces différens problèmes, de satisfaire aux équations qui se rapportent aux extrémités du corps; et, dans la question qui nous occupe actuellement, on parvient, au moyen de ces équations, par une singulière analyse, sinon à déterminer, du moins à éliminer en entier la partie inconnue de cette fonction, de sorte qu'il ne reste que des quantités données dans l'expression des températures de tous les points du corps à un instant quelconque. De plus, cette expression se trouve alors transformée en une série infinie d'exponentielles, dont les exposans ont le temps pour facteur, et sont essentiellement réels et négatifs, et dont les coefficiens ne dépendent pas de cette variable. Après un temps plus ou moins considérable, cette série se réduit sensiblement à un seul terme, à celui qui contient l'exponentielle affectée du moindre exposant; d'où il résulte que le temps continuant à croître par intervalles égaux, les températures de tous les points du

corps décroissent suivant une même progression géométrique, dont le rapport est indépendant de la distribution initiale de la chaleur; et c'est lorsque les corps primitivement échauffés d'une manière quelconque sont parvenus à cet état régulier, que les physiciens commencent à observer les lois de leur refroidissement.

La seconde des deux méthodes que nous voulons comparer est, pour ainsi dire, l'inverse de la première. Elle consiste à représenter la température à un instant et en un point quelconques, par une série infinie d'exponentielles dont les exposans sont proportionnels au temps, et les coefficiens indépendans de cette variable, qui satisfasse à l'équation, aux différences partielles du problème, et puisse en être regardée comme l'intégrale complète. On détermine sans difficulté les exposans et une partie des coefficiens de cette série, au moyen des équations relatives aux extrémités du corps, après quoi l'on dispose du reste des coefficiens pour assujettir la série à représenter les températures initiales, qui sont données arbitrairement pour tous les points du corps. Or, pour qu'il ne reste aucun doute sur la généralité d'une telle solution, il faut qu'on soit certain que la série d'exponentielles exprime en effet l'intégrale la plus générale de l'équation du problême; car, sans cela, on pourrait craindre qu'en partant d'une autre forme d'intégrale, on ne parvînt à une autre distribution de la chaleur à un instant quelconque. Il est vrai que le problême semble, par sa nature, ne devoir admettre qu'une seule solution; mais si cela est vrai, il vaut mieux que ce soit une conséquence de la solution directe de la question, plutôt qu'une des données qui servent à la résoudre. Cependant

l'usage des séries d'exponentielles pour représenter les intégrales des équations linéaires aux différences partielles, est d'une grande utilité dans beaucoup de problèmes de physique ou de mécanique; il y en a même plusieurs qui ne se résoudraient que très-difficilement sans le secours d'une série de cette nature; il était donc bon d'en fixer le degré de généralité; et je crois y être parvenu par une considération fort simple, sur laquelle je me suis déjà appuyé dans d'autres recherches, et que j'aurai l'occasion de rappeler dans la suite de ce Mémoire. Quant à la représentation des températures initiales par la série dont il est question, on y parvient assez simplement dans plusieurs des problèmes que l'on a résolus jusqu'ici; mais on trouvera, dans ce Mémoire, des moyens généraux et directs que je propose pour atteindre le même but, qui pourront s'appliquer aux cas les plus compliqués, et qui serviront à compléter, sous ce rapport, la méthode que nous examinons. La seule difficulté qu'elle présentera encore., c'est la nécessité où l'on est, en suivant cette méthode, de prouver que les coefficiens du temps dans les exponentielles sont tous des quantités réelles et positives; ce qui est indispensable, non pas pour la solution même de chaque problème, mais pour qu'on puisse déduire de cette solution les états successifs du corps échauffé, et particulièrement l'état final qui précède son refroidissement complet. Or, ces coefficiens sont les racines d'équations transcendantes, dont la forme varie pour les différens problèmes, et qui sont quelquefois très-compliquées. Dans tous les cas, on reconnaît immédiatement que leurs racines réelles ne peuvent être que négatives; mais si l'on excepte les plus simples de ces équations, on

n'a aucun moyen de s'assurer de la réalité de toutes leurs racines ; et généralement les règles que les géomètres ont trouvées pour cet objet ne sont point applicables aux équations transcendantes, comme nous le ferons voir par des exemples. Ainsi, à cet égard, la seconde des deux méthodes que nous examinons est moins complète que la première, à laquelle cette difficulté est tout-à-fait étrangère.

Les problèmes particuliers que j'avais choisis pour exemples dans mon premier Mémoire étaient les plus simples que présente la théorie de la chaleur : ils se réduisaient réellement tous au cas d'une simple barre échauffée d'une manière quelconque, auquel on ramène sans difficulté le cas d'une sphère qui a la même température dans tous ses points également éloignés du centre, et dont la solution s'étend au cas d'un parallélipipède rectangle quelconque, en considérant successivement et indépendamment l'une de l'autre les trois dimensions de ce corps. Mais j'annonçais, en terminant le préambule de ce Mémoire, que j'essaierais par la suite d'étendre ce genre de recherches à d'autres questions d'un ordre plus élevé : ces questions sont celles dont je me suis occupé dans mon nouveau Mémoire.

Le principal problème dont il renferme la solution complète est relatif à la distribution de la chaleur dans une sphère homogène, primitivement échauffée d'une manière entièrement arbitraire ; et quoique cette question ait été traitée avant moi par M. Laplace (1), on ne trouvera sans doute pas superflu que cet important pro-

(1) *Connaissance des Temps* pour l'année 1823.

blème soit résolu de deux manières différentes. D'ailleurs la méthode que j'ai suivie a l'avantage de s'appliquer au cas d'un cylindre homogène, à base circulaire, dans lequel la distribution de la chaleur est aussi tout-à-fait arbitraire; question dont on ne s'était pas encore occupé, et qui sera résolue par les mêmes formules que celles qui renferment la solution du problème relatif à la sphère.

Afin de pouvoir appliquer cette dernère solution aux températures du sphéroïde terrestre, abstraction faite, toutefois, de la non-homogénéité de ses couches, il a fallu supposer que la température du milieu extérieur varie, non-seulement avec le temps, mais aussi d'un point à un autre de la surface : or, cette sorte de variations présente deux cas qu'il importe de bien distinguer :

1°. La température extérieure change avec la latitude; mais on trouve qu'à raison de la grandeur du rayon terrestre, cette variation n'a pas d'influence sensible sur la loi des températures dans le sens de la profondeur, pourvu que la distance à la surface soit très-petite par rapport à ce rayon, ainsi que cela arrive à toutes les profondeurs où les observations peuvent se faire. Cette remarque est due à M. Laplace; et, sur ce point, je n'ai fait que confirmer le résultat de son analyse, en montrant aussi que cette variation de chaleur dépendante de la latitude n'influe pas non plus sur la loi du décroissement des inégalités périodiques, diurnes ou annuelles, ni sur l'instant de leur *maximum*, à diverses profondeurs.

2°. La température extérieure varie encore par des circonstances locales, de sorte qu'elle s'élève quelquefois à des degrés très-différens, dans des lieux qui ne sont séparés que par de petites distances : or, cette autre espèce

de variation influe sur la loi des températures intérieures; et il en résulte que la chaleur qui existe à une profondeur déterminée ne dépend pas uniquement de celle qui a lieu à la surface sur la même verticale : elle dépend aussi des températures des points circonvoisins, jusqu'à des distances plus grandes que cette même profondeur. On trouvera dans mon Mémoire une formule pour calculer le degré de chaleur qui doit avoir lieu à une distance donnée, au-dessous de la surface de la terre, d'après les températures des points de cette surface fournies par l'observation.

Ces résultats se rapportent à l'état permanent du sphéroïde terrestre, déterminé par les causes qui agissent constamment à sa surface, et indépendant de sa chaleur primitive. Mais j'ai aussi considéré l'état final d'une sphère homogène d'un très-grand rayon, qui précède immédiatement son état permanent, et dans lequel on verra que les températures de tous les points également éloignés du centre sont devenues égales entre elles, et proportionnelles à la moyenne de leurs grandeurs initiales, de manière que l'inégalité de température subsistera encore dans le sens du rayon, à une époque où elle aura entièrement disparu dans tout autre sens.

Le dernier paragraphe de ce Mémoire est relatif à la distribution de la chaleur dans une sphère composée de deux parties, de matières différentes. J'ai choisi ce problème pour donner un exemple de l'usage des nouvelles équations que j'ai annoncées plus haut, et qui se rapportent au passage de la chaleur d'une partie d'un corps dans une autre. Il m'a aussi fourni l'occasion de faire quelques remarques sur le refroidissement des corps so-

lides, recouverts par une couche très-mince d'une matière différente de la leur, et sur celui des liquides contenus dans des vases d'une très-petite épaisseur : je les soumets aux physiciens ; elles montrent, ce me semble, l'imperfection de la méthode que l'on a suivie quelquefois pour comparer les chaleurs spécifiques de différens corps, d'après les vitesses de leur refroidissement.

Le Mémoire dont nous venons de donner un extrait est précédé d'un autre, lu également à l'Académie, le 31 décembre 1821, et ayant pour titre : *Mémoire sur l'Intégration des équations aux différences partielles*. Les équations que l'on y considère comprennent particulièrement celles qui se rapportent à la distribution de la chaleur dans une sphère et dans un cylindre, en sorte que ce Mémoire est une sorte d'introduction à celui qu'il précède, et dont je ne l'ai séparé que pour éviter, dans celui-ci, une trop longue digression. On y pourra remarquer une circonstance d'analyse qui ne s'était pas encore présentée aux géomètres : je veux parler d'une classe d'équations du second ordre, dont l'intégrale sous forme finie contient deux fonctions arbitraires, distinctes et indépendantes l'une de l'autre, qui se réduisent néanmoins à une seule dans le développement en série suivant les puissances de l'une des variables. J'avais observé cette réduction, il y a déjà long-temps, sur des intégrales en série ; mais je ne prévoyais pas alors qu'elle fût possible à l'égard d'une intégrale sous forme finie ; et cela montre combien il est difficile de connaître, *à priori*, les diverses formes que peuvent affecter les intégrales des équations aux différences partielles.

SUR *la Relation qui existe entre la forme cristalline et les proportions chimiques.*

IIme MÉMOIRE *sur les Arséniates et les Phosphates.*

PAR Mr E. MITSCHERLICH.

(Traduit, par l'Auteur lui-même, des *Mémoires* de l'Académie royale des Sciences de Stockholm, pour l'an 1821, tome I.)

INTRODUCTION.

LA lumière que la théorie des proportions constantes a répandue sur la chimie ; les vues mécaniques par lesquelles la philosophie atomistique rend raison des proportions fixes ; l'essai que l'on a fait de ces vues pour se représenter les corps composés d'un nombre déterminé d'atomes, m'ont engagé à examiner le problème suivant :

Différens élémens combinés avec le même nombre d'atomes d'un ou de plusieurs autres élémens ont-ils la même forme cristalline ? L'identité de forme cristalline n'est-elle déterminée que par le nombre d'atomes ? Cette forme est-elle indépendante de la nature chimique des élémens ?

Le hasard m'a conduit, dans mes premiers essais, sur une série de combinaisons qui fournissaient une réponse affirmative à toutes les questions précédentes, de sorte que j'ai été sur le point de regarder mes résultats comme une loi générale. J'avais d'abord opéré sur quelques sulfates simples et doubles, c'est-à-dire, sur les sulfates de potasse, d'ammoniaque et de magnésie, de protoxide de

fer et de manganèse, d'oxide de zinc, de cuivre, de cobalt et de nickel; mais ayant étendu mes recherches à des combinaisons de la même base avec d'autres acides, qui, d'après la théorie atomistique, ont le même nombre d'atomes que l'acide sulfurique, ou à des combinaisons de l'acide sulfurique avec des bases qui ont une composition analogue, j'ai trouvé que cette identité de forme cristalline n'a pas nécessairement lieu. Cette observation m'a engagé à faire des recherches sur les combinaisons chimiques qui, d'après la théorie atomistique, semblent avoir une combinaison analogue, pour pouvoir étudier la cause de l'identité ou de la différence de leur forme cristalline. Les essais faits dans cette vue semblaient mettre en évidence que certains élémens différens, combinés avec le même nombre d'un ou de plusieurs élémens, affectent la même forme cristalline, et que les élémens chimiques en général peuvent être classés à cet égard en groupes. J'ai appelé *isomorphes* les élémens qui appartiennent à un même groupe, pour exprimer cette qualité des élémens avec un terme technique. Je n'ai pu jusqu'à présent ni rechercher combien il y a de groupes isomorphes, ni déterminer tous les élémens qui appartiennent à l'un ou à l'autre de ces groupes. M'étant pourtant aperçu qu'un vaste champ était ouvert à de nouvelles recherches, et que la clef était donnée pour résoudre une question d'une si grande importance pour la chimie; question qui en même temps aura une grande influence sur l'état futur de la minéralogie, j'ai cru devoir soumettre cette idée à un examen public et à une discussion plus générale; car je suis persuadé qu'il est démontré, par mes essais, qu'elle ne peut être entièrement rejetée.

J'ai publié le résultat de mes essais sur les sulfates sus-mentionnés dans les *Mémoires* de l'Académie de Berlin pour 1818 et 1819, et dans les *Annales de Chimie et de Physique* de juillet 1820. M. Haüy, à qui nous sommes redevables de la plus grande partie de nos connaissances cristallographiques, a réussi à distinguer, par la différence des formes cristallines, ce que les minéralogistes avant lui avaient confondu ; et il a forcé, d'autre part, la chimie à reconnaître la même composition dans des substances que les minéralogistes avaient distinguées. Le succès de cette observation l'a conduit à la loi générale : que la même forme cristalline, pourvu qu'elle ne soit pas une forme limite, suppose les mêmes substances réunies dans les mêmes proportions. Les cas où cette loi fut confirmée par la chimie surpassaient tellement en nombre les cas contraires, que M. Haüy fut disposé à regarder ces derniers plutôt comme une suite de l'imperfection de l'analyse que comme une objection contre la généralité de sa loi. C'est pourquoi M. Haüy a adopté la forme cristalline comme le caractère le plus essentiel des combinaisons chimiques qui se trouvent dans la nature, c'est-à-dire, des différentes espèces minérales. La justesse de cette méthode de déterminer les espèces a été constatée par tant d'épreuves, que M. Haüy et les autres minéralogistes de son école la regardent comme entièrement démontrée. Qu'il me soit pourtant permis, sans m'en rapporter aux résultats des essais que j'ai faits moi-même dans des vues purement théoriques, de citer les recherches de MM. Rose (1) et Bons-

(1) *Kongl. Vetenskaps - Academ. Itandl.* ar. 1820. p. 319.

dorff (1) sur les minéraux qui affectent la forme du pyroxène et de l'amphibole, pour prouver que la loi établie par M. Haüy n'est pas générale. On ne doit pas s'étonner qu'un résultat contraire aux maximes établies par une école dont le mérite est si reconnu soit combattu; et en effet, on m'a fait plusieurs objections; mais les exemples qu'on m'a opposés ont été tous tirés, en général, de combinaisons des mêmes élémens en proportions différentes; combinaisons auxquelles les minéralogistes ordinairement portent moins d'attention que les chimistes, et qui sont cependant d'une influence essentielle sur la forme. Au lieu de perdre du temps à répondre à ces objections qu'on fait toujours lors du premier développement d'une nouvelle théorie, j'ai cru devoir continuer mes recherches sans interruption, et examiner rigoureusement, par mes propres expériences, les idées que j'ai énoncées, sans m'inquiéter si elles gagneront de prime-abord toute l'attention qu'elles méritent. On trouvera peut-être que j'ai trop étendu mes principes; mais je ne m'en ferai point de reproches; car il est absolument nécessaire, dans une telle recherche théorique, de prendre une idée dans toute son étendue si l'on veut tracer ensuite jusqu'à quelles limites elle est applicable.

Les recherches de M. Berzelius ont constaté que les acides du phosphore et de l'arsenic (c'est-à-dire, les acides phosphorique, phosphoreux, arsénique et arsénieux) sont d'une composition analogue, mais différente de

(1) *Kongl. Vetenskaps-Academ. Handl.* år. 1821. vol. II.

celle de tous les autres acides ; et que, dans leurs combinaisons avec les bases, ils suivent une même loi, qui cependant s'écarte de celle d'après laquelle tous les autres corps oxidés connus jusqu'ici semblent se combiner (1). A cause de l'identité extraordinaire de composition chimique de ces sels, il m'a semblé que je devais les employer de préférence pour examiner l'idée que je viens d'énoncer ; les essais que j'ai faits dans cette vue, et qui confirment la vérité de mes principes, sont l'objet du Mémoire que j'ose soumettre au jugement de l'Académie royale.

J'ai partagé ce Mémoire en plusieurs chapitres : le premier renferme un traité cristallographique : j'y ai exposé ma méthode de calculer les angles et les élémens des cristaux ; les autres contiennent l'exposition de mes recherches chimiques et cristallographiques. La plupart des expériences chimiques ont été faites dans le laboratoire de M. Berzelius, où j'ai eu l'avantage d'apprendre et de m'approprier les méthodes les plus exactes auxquelles l'analyse chimique soit parvenue jusqu'ici. Quant à la partie cristallographique, je me suis principalement réglé sur M. Haüy. Je me suis aussi servi de sa méthode pour désigner les plans secondaires ; mais je ne l'ai point suivi dans ses procédés de calcul, parce que j'ai cru pouvoir parvenir au même but d'une manière plus facile.

J'ai déterminé d'abord la forme primitive par la symétrie des plans et par le clivage ; et ayant étudié la situation des plans, j'ai mesuré avec le goniomètre de

(1) *Berzelii Larbok i Kemien*. 3 Del. p. 31.

M. Wollaston les angles de la forme primitive, et ceux qui ne peuvent être calculés par le parallélisme des arêtes. J'ai déduit de ces élémens mesurés tous les angles des cristaux, et j'y ai appliqué la théorie cristallographique. J'ai dessiné les cristaux d'après les règles que l'architecte suit en dessinant des plans et des élévations géométriques ; les angles dans le dessin sont par conséquent égaux aux angles des cristaux, et toutes les arêtes qui sont parallèles dans les cristaux le sont aussi dans le dessin. J'ai tourné tous les cristaux, dont la forme primitive est un prisme oblique à bases rhombes, d'après un certain rapport autour de leur axe perpendiculaire. On observe ce rapport dans l'élévation de la figure primitive : je l'ai conservé dans les autres figures qui appartiennent à la même série des cristaux de cette forme primitive plus que dans une direction, parce que les plans terminaux antérieurs ne sont jamais symétriques avec les plans terminaux postérieurs. Les uns ne peuvent par conséquent pas couvrir les autres. Mais j'ai tourné les cristaux qui ont une forme primitive d'après un certain rapport, tant autour de leur axe perpendiculaire qu'autour de l'axe horizontal qui n'est pas opposé au dessinateur. Les plans géométriques des cristaux dont la forme primitive est un prisme oblique à bases rhombes donnent un meilleur moyen que les élévations pour représenter la situation relative des facettes. J'ai tâché principalement, en dessinant, de donner un tableau clair de la situation des arêtes et des facettes du système cristallin pour qu'on puisse, au premier coup-d'œil, reconnaître ce qui est résulté de l'étude des cristaux, et s'orienter à l'instant quand l'on compare le dessin avec les cristaux. C'est

aussi par cette raison que j'ai cru superflu de représenter par une figure particulière chaque nouvelle combinaison des plans.

Sur le prisme oblique à bases rhombes et sur le calcul cristallographique.

(Le défaut d'espace nous force de supprimer aujourd'hui celui des chapitres du Mémoire de M. Mitscherlich dont nous venons de transcrire le titre. On n'y trouve, au demeurant, que l'indication de quelques méthodes de calcul auxquelles on suppléera aisément, pour peu qu'on soit familier avec les formules de la trigonométrie sphérique ou avec les équations des plans.) R.

De la Composition des arséniates et phosphates.

M. Berzelius a trouvé, en examinant les acides phosphorique et phosphoreux, une exception à la règle générale qu'il avait jusqu'alors observée dans la composition des corps oxidés. Il a trouvé que la quantité avec laquelle le phosphore se combine pour former l'acide phosphorique est à celle qui, combinée avec une même portion de phosphore, produit l'acide phosphoreux, dans le rapport de 5 à 3. La justesse de ce rapport a été non-seulement démontrée par la quantité d'oxigène que ces deux acides contiennent d'après ses recherches, mais encore par l'analyse d'un grand nombre de phosphates. M. Dulong, sans connaître les travaux de M. Berzelius, a été conduit par ses expériences au même résultat. M. Berzelius a trouvé ensuite, par une longue série d'ex-

périences, que ce même rapport existe dans la composition des acides arsénieux et arsénique (1).

Le nombre de proportions que les acides phosphorique et arsénique contiennent détermine déjà le rapport dans lequel ces acides se combinent avec les bases ; mais ce n'est pas seulement dans cette identité de composition que les deux séries de sels formés par ces oxides se ressemblent ; on verra qu'elles ont presque, sous quelque rapport que ce soit, une identité parfaite dans leur composition et dans leurs caractères. Chaque arséniate a un phosphate qui lui correspond, composé d'après les mêmes proportions, combiné avec les mêmes atomes d'eau de cristallisation, et qui en même temps a les mêmes qualités physiques : en un mot, ces deux séries

(1) Les essais que j'ai faits pour déterminer la composition de ces deux acides m'ont donné un résultat semblable. Dans un vase à bord large soufflé à la lampe des émailleurs, l'acide arsénieux et l'arsenic ont été oxidés par de l'acide muriatique, auquel j'ajoutais de temps en temps de l'acide nitrique. J'ai placé sur le bord du vase un entonnoir qui y est resté jusqu'à ce que le développement des gaz eût cessé. Le vase était placé dans un petit bain de sable chauffé légèrement par une lampe à esprit-de-vin. Le vase, après avoir été chauffé un peu pour chasser tout acide muriatique, a été pesé. Chauffé ensuite plus fort dans un creuset de platine et pesé encore une fois, il n'avait rien perdu de son poids ; car, pour chasser l'eau et l'acide muriatique, on n'a pas besoin d'une haute température, et j'ai évité soigneusement un degré de température qui pouvait décomposer l'acide arsénique.

100 p. d'acide arsénieux ont été combinées, dans le pre-

de sels ne diffèrent en rien, si ce n'est que le radical de l'acide d'une série est du phosphore, et celui de l'autre de l'arsenic. Si l'on ajoute à de l'acide phosphorique ou arsénique du carbonate de soude jusqu'à ce que la dissolution montre une réaction neutre, on n'obtient point de sel cristallin; mais si l'on ajoute du carbonate de soude en excès, on obtient de grands et beaux cristaux dans lesquels l'oxigène de la base est à celui de l'acide comme 2 à 5.

Les combinaisons neutres de l'acide arsénique et de l'acide phosphorique avec la potasse, et les combinaisons doubles des mêmes acides avec la potasse et la

---

mier essai, avec................ 16,94 parties d'oxigène,
et dans le second avec.......... 15,92.

Terme moyen, 16,43.

100 p. d'arsenic ont été combinées, dans le premier essai,
avec.......................... 53,5;
dans le second, avec........... 53,0;
dans le troisième, avec......... 54,75.

Terme moyen, 53,75.

100 parties d'arsenic se combinent par conséquent avec 32,05 parties d'oxigène pour former de l'acide arsénieux, et avec 53,75 pour former de l'acide arsénique:

32,05 : 53,75 :: 1 : 1,677.

Ce rapport s'éloigne fort peu de 1 à 1 $\frac{2}{3}$, de manière que le rapport juste est évidemment comme 3:5. Je ne m'en rapporte cependant pas à ces essais, puisque M. Berzelius nous a donné des résultats plus exacts.

soude ne cristallisent point non plus, à moins qu'elles n'aient un excès de base.

L'arséniate et le phosphate d'ammoniaque ne cristallisent qu'avec un excès de base, ainsi que les sels doubles qu'ils forment avec l'arséniate et le phosphate de soude. M. Berzelius appelle les sels qui sont à ce degré de saturation *phosphates* et *arséniates neutres*. J'ai conservé la même dénomination dans ce Mémoire. Si l'on précipite une dissolution de muriate de baryte par un phosphate ou arséniate, avec la précaution d'ajouter la dissolution goutte à goutte, la liqueur qui reste après la précipitation complète de l'acide montre alors une réaction neutre, et n'est pas troublée par l'ammoniaque. L'arséniate et le phosphate de baryte qui ont été précipités sont, d'après l'analyse, au même degré de saturation que les sels sus-mentionnés. L'oxide de plomb se comporte de la même manière que la baryte (1).

(1) L'arséniate de baryte est composé, d'après l'analyse de M. Berzelius, de

Baryte,	57,06,
Acide arsénique,	42,94.

Le phosphate neutre est composé, d'après l'analyse de M. Berzelius, de

Baryte,	68,02;
Acide phosphorique,	31,98.

L'arséniate de plomb est composé, d'après les recherches du même savant, de

Si l'on ajoute aux sels sus-mentionnés autant d'acide qu'ils en contenaient auparavant, on obtient des bi-phosphates et des bi-arséniates de potasse, de soude et d'ammoniaque, dans lesquels l'oxigène de la base est à l'oxigène de l'acide comme 1 à 5.

En ajoutant à une solution d'un sel neutre à base de baryte ces bi-phosphates ou bi-arséniates, il ne se fait point de précipité ; car le bi-phosphate et le bi-arséniate de baryte sont solubles dans l'eau : on obtient ces deux sels si l'on dissout de l'arséniate ou du phosphate neutre de baryte dans l'acide phosphorique ou arsénique, et si l'on fait cristalliser la dissolution (1).

Oxide de plomb,	65,86 ;
Acide arsénique,	34,14.

Le phosphate de plomb est composé, d'après les recherches de M. Berzelius, de

Oxide de plomb,	75,842 ;
Acide phosphorique,	24,158.

Voyez *Afhandl. i Physik kemi och Mineralogi*, t. v, pag. 402 et 761.

(1) Le bi-phosphate de baryte contient, d'après l'analyse de M. Berzelius, exactement le double de l'acide que le sel neutre. Il est composé de

Baryte,	52,2 ;
Acide phosphorique,	47,8.

Voyez *Afhandl*, t. v, p. 702.

J'ai analysé le bi-arséniate de baryte.

1,014 gr. de cristaux dont j'avais chassé l'eau de cristallisation furent précipités par de l'acide sulfurique et donnèrent

Si l'on précipite la dissolution d'un sel neutre à base de chaux, de zinc, de cuivre, d'argent, de mercure, ou de plusieurs autres oxides, par un arséniate ou phosphate neutre, la liqueur montre après la précipitation une réaction très-acide, et on doit ajouter beaucoup d'ammoniaque pour neutraliser; l'oxigène de la base est à celui de l'acide, dans ces sels précipités, comme 3 à 5. Une solution d'un arséniate ou phosphate neutre montre toujours une réaction alcaline. J'ai ajouté à une solution de phosphate et d'arséniate de soude dont je connaissais la quantité, de l'acide sulfurique, jusqu'à ce que la dissolution montrât une réaction neutre; il m'a été impossible d'atteindre exactement ce degré; car si le papier de tournesol commençait à montrer une réaction acide, ceux de curcuma et de rhubarbe montraient encore une réaction alcaline. Ayant ajouté à cette liqueur beaucoup d'acide muriatique, je l'ai précipitée par du muriate de baryte, et j'ai calculé, d'après le sulfate de

---

0,620 gr. de sulfate de baryte, qui contiennent 0,4069 gr. de baryte; le bi-arséniate de baryte est par conséquent, d'après cette analyse, composé de

Baryte,	40,13;
Acide arsénique,	59,87.

Le bi-arséniate de baryte dans lequel l'oxigène de la base est à l'oxigène de l'acide comme 1 à 5, est composé, d'après les analyses de l'acide arsénique et de la baryte par M. Berzelius, sur 100 p., de

Baryte,	39,91;
Acide arsénique,	60,09.

baryte obtenu, l'acide sulfurique que j'avais employé pour rendre la solution neutre. En répétant ces essais, j'ai obtenu des résultats un peu différens; mais il était cependant évident que l'acide ajouté pour neutraliser une solution d'un phosphate ou arséniate cristallisé sature le tiers de la base.

Si l'on ajoute à un phosphate ou arséniate de l'acide arsénique ou phosphorique tant qu'il montre une réaction neutre, et si l'on précipite par cette dissolution du muriate de baryte, on obtient un précipité qui est un sel neutre à base de baryte; mais la solution montre une réaction fort acide, et elle donne, traitée par l'ammoniaque, un précipité abondant parce que un bi-phosphate de baryte s'était formé. Le degré de saturation dans les arséniates et phosphates cristallisés est par conséquent différent de celui où ils se trouvent étant dissous dans l'eau. Si l'arséniate et le phosphate de soude se cristallisent dans une solution qui montre déjà une réaction alcaline, la liqueur, après la cristallisation, est sensiblement acide; si, au contraire, la base du sel qui se cristallise est de la potasse, la liqueur montre une réaction fort alcaline : dans le premier cas, le sel qui s'est cristallisé est un sel neutre; dans l'autre, un sel acide. Si l'on mouille le papier de tournesol avec la dissolution du bi-phosphate ou bi-arséniate de potasse, le papier devient rouge; mais, séché, la couleur bleue revient; car le sel reprend en se cristallisant la quantité d'acide qui avait rougi le papier de tournesol.

Il est en général bien facile de déterminer le degré de saturation d'un arséniate ou phosphate. Les sels neutres précipitent le muriate de baryte, de manière que la

liqueur montre une réaction neutre, et qu'un sel neutre se précipite.

Il est cependant à remarquer que l'arséniate et le phosphate neutres de baryte sont tant soit peu solubles dans l'eau, et qu'on ne doit jamais précipiter les arséniates ou phosphates par le muriate de baryte, parce qu'alors l'excès de la base qui est libre dans la solution convertirait le phosphate et l'arséniate neutres de baryte en un sous-sel, et que par la même raison on doit ajouter l'arséniate ou le phosphate seulement goutte à goutte au muriate de baryte. Les dissolutions neutres d'oxide de plomb se comportent de la même manière avec les phosphates et les arséniates neutres. Les bi-arséniates et les bi-phosphates ne précipitent point les solutions du muriate de baryte; mais si l'on ajoute la plus petite quantité d'ammoniaque ou d'une autre base soluble, on obtient un précipité. Si ces sels contenaient plus d'acide que le bi-arséniate et le bi-phosphate de baryte, l'ammoniaque ajoutée ne produirait aucun effet. S'ils en contenaient moins, ils précipiteraient le muriate de baryte. Aussi, dans cette expérience, on doit faire attention au peu de solubilité du phosphate et de l'arséniate de baryte. Une autre manière bien prompte de reconnaître le degré de saturation des phosphates et arséniates à base de soude et de potasse est de les chauffer au rouge avec du carbonate de potasse ou de soude : ils chassent de l'acide carbonique jusqu'à ce qu'un sous-sel soit formé, dans lequel sous-sel l'oxigène de la base est à celui de l'acide comme 1 à $1\frac{2}{3}$; et d'après la perte de l'acide carbonique on calcule la quantité d'acide arsénique ou phosphorique que le sel contient.

Une analyse parfaitement exacte des phosphates et

arséniates a des difficultés presque insurmontables. Je vais, plus bas, rapporter les méthodes que j'ai employées; mais il n'y en a aucune dont le résultat approche de l'exactitude avec laquelle M. Berzelius a déterminé la composition des acides arsénique et phosphorique par des essais directs; et on peut calculer, par les résultats qu'il a obtenus, la composition des combinaisons que la méthode analytique n'apprend pas encore à déterminer avec la même exactitude.

Du Bi-arséniate et du Bi-phosphate de potasse.

Le bi-arséniate de potasse se trouve, dans le commerce, en grands cristaux; on le fabrique en Saxe et en d'autres lieux, en fondant une partie de nitre avec une partie d'acide arsénieux; on dissout la masse fondue et on fait cristalliser le sel. La meilleure manière de préparer ces deux sels est d'ajouter du carbonate de potasse à de l'acide phosphorique ou arsénique jusqu'à ce que le papier de tournesol rougi par la dissolution redevienne bleu après avoir été séché. On dépure ces sels par la cristallisation.

Les cristaux ont été chauffés dans une petite cornue pesée, et la perte a été déterminée; la cornue ayant été chauffée ensuite jusqu'au rouge, les sels se sont fondus; mais la cornue n'avait rien perdu de son poids, car les bi-arséniate et bi-phosphate de potasse ne perdent point d'acide à la chaleur rouge.

5,230 gr. de bi-arséniate de potasse fondu, précipités par de l'acétate de plomb, donnèrent 10,841 gr. d'arséniate de plomb fondu. La liqueur qui resta après la séparation de l'arséniate de plomb fut traitée par du carbonate

d'ammoniaque pour précipiter l'oxide de plomb contenu dans l'excès de l'acétate de plomb ajouté. Le carbonate de plomb ayant été séparé par la filtration, la liqueur fut évaporée, et le résidu, calciné, rougi et redissous dans l'eau, donna, après avoir été changé par de l'acide muriatique en muriate, 2,414 gr. de muriate de potasse.

10,841 gr. d'arséniate de plomb fondu contiennent, d'après M. Berzelius, 3,692 gr. d'acide arsénique, et 2,414 gr. de muriate de potasse 1,527 gr. de potasse. J'eus par conséquent une perte de 0,011 gr. Or, 3,692 gr. d'acide arsénique contiennent 1,281 gr. d'oxigène, et 1,527 gr. de potasse contiennent 0,259 gr. d'oxigène :

$$0,259 : 1,281 :: 1 : 4,94.$$

Ce rapport est incontestablement comme 1 : 5.

4 gr. de bi-arséniate de potasse ont donné, dans un essai, 0,405 gr. d'eau, et dans un autre 0,4025 ; par conséquent 100 p. de bi-arséniate de potasse se combinent avec 11,21 p. d'eau, terme moyen de ces deux expériences. 100 p. d'arséniate de potasse contiennent 29,05 p. de potasse, lesquelles contiennent 4,924 p. d'oxigène : 11,21 p. d'eau contiennent 9,96 p. d'oxigène ; par conséquent,

$$4,924 : 9,96 :: 1 : 2,02.$$

Le rapport de l'oxigène dans l'eau à celui dans la base est évidemment comme 2 à 1, et le bi-arséniate calculé d'après les tables de M. Berzelius, est composé, sur 100 p., de

Acide arsénique,	63,87;
Potasse,	26,16;
Eau,	9,97 (1).

34,76 gr. de bi-phosphate de potasse, auquel j'avais ajouté du muriate de baryte en excès, traités par de l'ammoniaque, donnèrent 7,029 gr. de phosphate de baryte. La liqueur qui resta après la filtration fut précipitée par du carbonate d'ammoniaque pour en séparer la baryte: évaporée, et le résidu étant rougi, on obtint 2,177 gr. de muriate de potasse. 7,005 gr. de phosphate de baryte, que j'avais obtenus auparavant, donnèrent, dissous dans l'acide muriatique et précipités par de l'acide sulfurique, 7,432 gr. de sulfate de baryte, qui contiennent 4,878 gr. de baryte; les 7,029 gr. de phosphate de baryte contiennent par conséquent 4,895 gr. de baryte et 2,134 gr. d'acide phosporique. 2,177 gr. de muriate de potasse contiennent 1,378 gr. de potasse; 2,134 gr. d'acide phosphorique contiennent 1,196 gr. d'oxigène, et 1,378 gr. de potasse contiennent 0,234 gr. d'oxigène; par conséquent,

$$0,234 : 1,196 :: 1 : 5,11.$$

1,005 gr. de bi-phosphate de potasse ont donné, après avoir été rougis, 0,138 gr. d'eau; et 4 gr. ont donné

---

(1) D'après l'analyse de M. Thomson, ce sel est composé de

Acide arsénique,	65,426;
Potasse,	27,074;
Eau,	7,500.

0,550 d'eau; 100 parties de bi-phosphate de potasse se combinent par conséquent avec 15,913 gr. d'eau, terme moyen de ces deux essais. 100 p. de bi-phospate de potasse contiennent 39,80 p. de potasse, et celles-ci contiennent 6,746 p. d'oxigène; 15,913 d'eau contiennent 14,2 p. d'oxigène; par conséquent,

$$6{,}746 : 14{,}2 :: 1 : 2{,}11.$$

Le rapport de l'oxigène de la base est par conséquent à l'oxigène dans l'acide comme 1 : 5, et à celui de l'eau comme 1 : 2. Le bi-phosphate de potasse est par conséquent, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, composé sur 100 p. de

Acide phosphorique,	25,26;
Potasse,	34,56;
Eau,	13,18.

Il est bien difficile de déterminer l'eau de cristallisation contenue dans les sels avec la dernière exactitude. Si l'on rougit un sel qui ne contient point d'eau chimiquement combinée, par exemple, du muriate de soude ou du sulfate de potasse, on a besoin d'employer une chaleur assez forte pour chasser toute la quantité d'eau qui est mécaniquement contenue entre les lames. Cette quantité est ordinairement une demie et quelquefois un pour 100.

Si l'on réduit le sel en poudre, on peut chasser une partie d'eau en séchant le sel à une température de 35°; mais une grande partie reste toujours : cette quantité

augmente un peu la quantité d'eau de cristallisation que l'expérience donne. Si le sel cristallise en prismes, de manière que beaucoup d'interstices se forment, ces cristaux contiennent beaucoup d'eau mécaniquement combinée, dont on peut séparer la plus grande partie en broyant et séchant le sel. Si l'on réduit un tel sel en poudre, il devient tout-à-fait humide dans le mortier. Il est encore plus difficile de déterminer l'eau de cristallisation d'un sel qui perd cette eau à la température ordinaire. La meilleure méthode est alors de sécher bien vite les cristaux avec du papier, et de tenir compte d'un petit excès d'eau de cristallisation. J'ai ordinairement rougi les sels dans une petite cornue soufflée à la lampe des émailleurs. Je me suis aussi servi quelquefois d'un creuset de platine qui était couvert pendant l'expérience. Je l'ai chauffé avec beaucoup de précaution afin que le sel puisse sécher lentement, et que rien ne puisse être jeté hors du creuset.

L'acétate de plomb décompose complètement les bi-arséniates et les bi-phosphates ; car l'arséniate et le phosphate de plomb sont insolubles dans l'acide acétique : le précipité est ordinairement un sel neutre, mais on ne peut jamais être sûr si le sel neutre n'est pas mêlé avec le sous-sel. En faisant bouillir la solution après avoir ajouté de l'acétate de plomb en excès, on obtient toujours un sous-sel. Pour pouvoir déterminer exactement la quantité d'acide, on doit décomposer le phosphate et l'arséniate de plomb par de l'acide sulfurique, et puisque l'acide sulfurique ne précipite pas toute la quantité de plomb, il faut encore employer de l'hydro-sulfure d'ammoniaque. Tous ces détours ne permettent pas de déter-

miner bien exactement la quantité des acides phosphorique et arsénique. Les sels neutres à base de plomb se distinguent des sous-sels parce qu'ils se fondent facilement et se cristallisent en refroidissant.

La précipitation par le muriate de baryte est exposée aux mêmes difficultés. Si l'on précipite les bi-arséniates et les bi-phosphates par de l'ammoniaque après les avoir mélangés avec du muriate de baryte en excès, le précipité est à l'ordinaire un mélange de sel neutre avec un sous-sel. On ne peut déterminer la quantité d'acide qu'il contient qu'après une analyse du précipité. Cette méthode a encore le désavantage que le sel neutre à base de baryte n'est pas complètement insoluble dans l'eau. Si l'on précipite les acides par du muriate de chaux, du nitrate d'argent, ou par d'autres dissolutions qui précipitent ces acides, on risque encore plus d'obtenir un résultat inexact. La meilleure méthode est de déterminer la base. Après avoir précipité l'acide par l'acétate de plomb et séparé le sel à base de plomb par le filtre, on précipite l'oxide de plomb qui a été ajouté comme acétate en excès par du carbonate d'ammoniaque. Le carbonate de plomb est parfaitement insoluble dans l'eau; car, après l'avoir filtré et lavé, ni la liqueur filtrée ni les eaux de lavage ne se troublent par l'hydro-sulfure d'ammoniaque. On évapore ensuite la solution filtrée, et après avoir chassé le sel ammoniacal et détruit l'acétate, on obtient la base combinée avec de l'acide carbonique.

Ayant employé du muriate de baryte, on doit précipiter la baryte ajoutée en excès avec de l'acide sulfurique, et non par du carbonate d'ammoniaque, parce que le carbonate de baryte n'est pas complètement insoluble

dans l'eau. On obtient, par cette opération, la base combinée avec de l'acide sulfurique. Il vaut mieux employer de l'acétate de plomb, parce que les sels neutres de baryte ne sont pas complètement insolubles dans l'eau, et parce qu'on peut toujours avec plus d'exactitude déterminer la potasse ou la soude réunies à l'acide carbonique; car il est extrêmement difficile de chasser tout le sulfate d'ammoniaque sans perdre un peu de sel fixe.

Des Faces des cristaux, et de leurs situations réciproques.

On obtient quelquefois la figure primitive qui est un octaèdre à base carrée (fig. 1) d'une solution qui contient plus de potasse que celle des bi-arséniates ou bi-phosphates. La forme ordinaire sous laquelle ces sels se présentent est un prisme à bases carrées terminé par les faces de l'octaèdre (fig. 2). Je n'ai jamais observé d'autres modifications. J'ai trouvé, par mes mesures, l'inclinaison du plan *l* au plan *l'* de 90°, et celle de la face *P* à une des facettes qui sont situées près d'elle, égale à l'inclinaison qu'elle a sur l'autre de ces faces : il s'ensuit que la figure primitive est un octaèdre à base carrée. J'ai trouvé, par plus de trente mesures, tant dans le bi-phosphate que dans le bi-arséniate de potasse, que l'inclinaison du plan *P* sur le plan qui est situé de l'autre côté de l'axe est de 93°30′ à 93°50′; ordinairement de 93°31′ à 93°40′. Le terme moyen de toutes ces mesures est de 93°36′.

Les axes de l'octaèdre sont par conséquent comme 1:1,506. Si l'inclinaison du plan *P* au plan situé de l'autre côté de l'axe est de 93°22′, ce rapport est comme 2:3.

Angles des cristaux.

$P' : P''' = 86^\circ 24'$;
$P' : P'' = 122^\circ 16'$;
$B' : B$ de retour $= 112^\circ 50'$;
$B' : B'' = 67^\circ 10'$;
$P : l = 133^\circ 12'$;
$l : l = 90^\circ$.

Remarque.

Les faces du bi-phosphate et du bi-arséniate de potasse, qui, par les images distinctes qu'ils réfléchissent, se prêtent à une mesure exacte, conservent leur aspect brillant étant exposées à l'air; cette circonstance m'a engagé à faire quelques expériences pour produire une différence dans les angles, en ajoutant à la solution un excès de base ou d'acide. Je n'ai pas encore obtenu, par de semblables essais, une différence évidemment constante, et cependant il est bien singulier que si l'on ajoute un excès d'acide à la solution, les faces latérales du prisme commencent à se courber : avec un grand excès d'acide cette courbure devient très-sensible; les faces terminales montrent alors une apparence d'émail et perdent leur éclat brillant. On observe toujours une petite différence dans les cristaux tirés d'une même solution, comme on trouve une différence dans les minéraux qui appartiennent à la même espèce chimique. On remarque également, dans un cristal donné, que les angles des arêtes, qui doivent être égales, diffèrent quelquefois un peu. Je vais rapporter ici quelques mesures des cristaux tirés de cinq différentes solutions.

Arséniate de potasse.	*Phosphate de potasse.*
P sur *P* de retour ;	
1re série. 93°32′	93°40′ ;
33′	39′.
32′	Terme moyen, 93°39½.
33′	93°36′ ;
Terme moyen, 93°32½′	37′.
2e série. 93°37′	93°36½.
38′.	
Terme moyen, 93°37½′.	
3e série. 93°40′ ;	
38′ ;	
38.	
Terme moyen, 93°38⅔′.	

Ces petites différences tiennent à la situation des plans, et non pas aux inexactitudes de l'instrument. J'ai seulement observé trois fois une différence plus grande dans les cristaux tirés d'une solution très-acide, par exemple, dans des cristaux de bi-arséniate de potasse. Le plan *P′* faisait avec celui qui est situé de l'autre côté de l'axe un angle de 93°19′, et le plan *P″*, avec celui qui est situé de l'autre côté de l'axe, un angle de 94°18′ : c'est la plus grande différence que j'aie jamais observée. Des nombreuses mesures que j'ai prises jusqu'ici sur les cristaux artificiels, j'ai tiré la conclusion que, dans les cristaux à faces brillantes, la différence des mêmes angles n'excède que très-rarement 10′ ; qu'elle peut quelquefois monter jusqu'à

20′, et que la nature de la dissolution n'a qu'une influence de très-peu d'importance sur l'inclinaison des plans.

Lorsqu'on dissout des sels à base de potasse, ou mieux encore un arséniate ou phosphate neutre de soude, ou quelque autre sel que ce soit, plus soluble dans l'eau chaude que dans l'eau froide, et qu'ensuite on fait cristalliser, il se forme des cristaux sur quelques parties du vase : ordinairement c'est sur le fond. On observe alors que l'eau s'élève de ces cristaux à la superficie de la solution. Si une particule de la solution saturée touche le cristal formé et abandonne une partie de son sel au cristal; alors devenue plus légère, elle s'élève dans la solution dont les particules unies à plus de sel sont plus pesantes. La dissolution des sels montre en ce point une grande analogie avec la combinaison de la chaleur et de l'eau.

Bi-phosphate et Bi-arséniate d'ammoniaque.

Si l'on ajoute de l'acide arsénique ou phosphorique à de l'ammoniaque, jusqu'à ce que le papier de tournesol soit fortement rougi par la solution et qu'elle ne précipite plus le muriate de baryte, on obtient des cristaux qui ne changent pas quand on les expose à l'air. Le muriate de baryte n'est pas précipité par ces cristaux, mais la moindre quantité d'ammoniaque produit une précipitation; ils sont conséquemment au même degré de saturation que le bi-phosphate et le bi-arséniate de potasse et de baryte, et ils se comportent, à l'égard des dissolutions des oxides métalliques, précisément comme le bi-arséniate et le bi-phosphate de potasse. Ces sels se dis-

solvent très-bien dans l'eau. J'ai déterminé l'acide et la somme d'ammoniaque et d'eau qu'ils contiennent.

Le bi-arséniate et le bi phosphate de soude ne sont pas décomposés par la chaleur rouge. J'ai mêlé du-bi-arséniate et du bi-phosphate d'ammoniaque broyés, avec du phosphate neutre de soude en excès, et j'ai trouvé qu'en chauffant le mélange, l'acide reste avec le sel à base de soude, et que l'ammoniaque et l'eau sont chassés complètement.

100 p. d'arséniate d'ammoniaque (1), traitées de cette manière, ont donné, dans un essai, 27,96, et dans un autre 27,61 p. d'ammoniaque et d'eau. Il s'ensuit que 100 p. d'arséniate d'ammoniaque étaient combinées, d'après le premier essai, avec 38,81 ; d'après le second 38,14 ; et d'après le terme moyen, 38,475 p. d'ammoniaque et d'eau.

Ce sel étant au même degré de saturation que le bi-arséniate de potasse, 100 p. d'acide arsénique se combinent avec 14,90 p. d'ammoniaque, et par conséquent avec 23,575 p. d'eau. 100 p. d'acide arsénique contien-

---

(1) Avant d'avoir trouvé cette méthode, je mêlais l'arséniate et le phosphate d'ammoniaque avec du muriate de baryte, et je précipitais le mélange par de l'ammoniaque. Le précipité, qui était un sel à base de baryte, après avoir été filtré, lavé et pesé, était dissous dans l'acide muriatique et précipité par de l'acide sulfurique. La proportion de baryte contenue dans le sulfate de baryte conduisait à la connaissance de la quantité d'acide phosphorique ou arsénique renfermée dans le sel que j'avais examiné.

nent 34,70 p. d'oxigène; et 23,575 p. d'eau contiennent 20,97 du même gaz; par conséquent,

6,9 : 20,97 :: 1 : 3,04.

Le bi-arséniate d'ammoniaque contenant, comme on le voit, trois proportions d'eau, est composé, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, de

Acide arsénique,	72,30;
Ammoniaque,	10,77;
Eau,	16,93.

Le bi-phosphate d'ammoniaque traité de la même manière a donné, dans le premier essai, 39,36 p., et dans le second 38,60 p. d'ammoniaque et d'eau sur 100 : donc 100 p. d'acide phosphorique avaient été combinées avec 64.90 et avec 62,87, et, d'après le terme moyen, avec 63,885 p. d'ammoniaque et d'eau.

Le bi-phosphate d'ammoniaque étant au même degré de saturation que le bi-phosphate de potasse, 100 p. d'acide phosphorique se combinent avec 24,03 p. d'ammoniaque et 39,855 p. d'eau. 100 p. d'acide phosphorique contiennent 56,03 p. d'oxigène; 39,855 p. d'eau correspondent à 35,447 p. du même gaz; par conséquent,

11,206 : 35,447 :: 1 : 3,16.

Le bi-phosphate d'ammoniaque contenant, comme on le voit, trois proportions d'eau, est composé, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, de

Acide phosphorique,	61,79;
Ammoniaque,	14,85;
Eau,	23,36.
Somme,	100,00.

Des Faces des cristaux, et de leur situation relative.

La forme primitive de ces sels est un octaèdre à base carrée que l'on ne trouve que très-rarement; la forme sous laquelle ils se présentent à l'ordinaire est un prisme à bases carrées terminé par les faces de l'octaèdre (*fig.* 2 $D'_l P$). Je n'ai jamais observé, ni dans le phosphate ni dans l'arséniate d'ammoniaque, aucune autre modification, quoique j'aie examiné une grande quantité de cristaux tirés de différentes solutions. L'inclinaison de *l* sur *l* est, d'après la mesure, de 90°; et l'inclinaison du plan *P* sur un des plans voisins est égale à celle de *P* sur l'autre plan voisin. L'inclinaison du plan *P* sur le plan *P* situé de l autre côté de l'axe était, d'après plusieurs mesures, entre 89°31′ et 89°40′; ordinairement entre 89°30′ et 89° 36′. Le terme moyen de toutes les mesures était de 89°35′. Les axes de l'octaèdre sont par conséquent dans le rapport de 1 à 1,404. Si l'arête *B* fait avec *B*, situé de l'autre côté de l'axe, un angle de 109° 28′, ce rapport est comme $1 : \sqrt{2}$.

Angles des cristaux.

$P : P' = 89°35'$;
$P' : P''' = 90°25'$;
$P' : P'' = 119°46'$;
$B : B' = 109°4'$;
$B' : B'' = 70°52'$;
$l' : l'' = 90°$;
$l : P = 135° 12\frac{1}{2}$.

Remarque.

Depuis la publication de mon premier Mémoire, j'ai eu l'occasion de me procurer des moyens de faire quelques observations qui me manquaient alors. Dans ce Mémoire, j'avais admis, d'après l'autorité de M. Haüy, que les rhomboèdres du carbonate de chaux magnésifère, du carbonate de chaux ferrifère, du carbonate de fer et de celui de zinc, ont exactement les mêmes angles que le rhomboèdre du carbonate de chaux pur. J'ai maintenant observé, dans quelques morceaux de carbonate de chaux magnésifère, qui se prêtent à une mesure exacte par les belles images que leurs faces réfléchissent, précisément le même angle que M. Wollaston, dont les observations s'accordent parfaitement avec celles de M. Biot. Il est maintenant constant pour moi que, sur quelques-uns de ces carbonates, dont la forme primitive est un rhomboèdre, les angles s'écartent des angles du rhomboèdre du carbonate de chaux, jusqu'à deux degrés, quoique le carbonate de fer ne s'écarte de celui de chaux magnésifère que de quelques minutes. J'ai observé de même, dans le sulfate de baryte et le sulfate de strontiane, une différence de 2°. Les carbonates de ces mêmes terres se rapprochent davantage : entre le carbonate de plomb et le carbonate de strontiane la différence est très-petite; enfin, entre le sulfate de strontiane et le sulfate de plomb je n'ai trouvé aucune différence sensible (1).

---

(1) D'après les observations que M. Philipps a insérées dans les *Transactions of the geological Society*, IV vol., la forme primitive tant du sulfate de plomb que du sulfate de stron-



J'ai démontré, dans mon premier Mémoire, que la magnésie, le protoxide de fer, celui de manganèse et l'oxide de zinc donnent, lorsqu'ils se combinent avec les mêmes substances dans les mêmes proportions, la même forme cristalline, du moins dans les combinaisons produites par l'art. Les mêmes raisons qui démontrent l'identité des formes cristallines de ces bases, déterminent aussi l'identité de la forme cristalline de la baryte, de la strontiane et de l'oxide de plomb. Je reviendrai, dans un Mémoire particulier, sur ces deux séries de bases, et je démontrerai, par un grand nombre d'expériences, ce que j'ai énoncé dans mon premier Mémoire.

Nous avons maintenant à résoudre ce problème : *Quelle est la cause de la petite différence qui existe entre les angles de quelques combinaisons de bases isomorphes, quoiqu'il y ait entre elles une parfaite identité du système cristallin et des formes secondaires ?*

---

tiane est un prisme droit à bases rhombes : dans la première substance, les faces latérales font un angle de 103°,42′; dans la seconde, un angle de 104°. Quant au carbonate de strontiane, M. Fucks a été le premier qui ait démontré que sa forme cristalline appartient au même système que celle de l'arragonite. Je possède moi-même des cristaux bien intéressans de carbonate de strontiane; M. Haüy en avait fait cadeau à M. Berzelius et à M. Arfwedson : ces cristaux montrent aussi tout-à-fait les mêmes modifications et les mêmes hémitropies que les cristaux du carbonate de plomb. Je rapporterai plus en détail les mesures que j'ai faites sur ces cristaux et sur la série entière de ces sels, dans un Mémoire prochain où j'ajouterai les figures des cristaux.

J'ai regardé jusqu'ici les formes cristallines comme le résultat du nombre des atomes, sans accorder aucune influence à la nature chimique de ces atomes.

Examinons maintenant les arséniates et les phosphates: nous trouverons le phosphate et l'arséniate neutres d'ammoniaque, qui, avec l'identité de la forme primitive et des faces secondaires, montrent une petite différence dans les angles. Dans les autres arséniates et phosphates, il est indifférent que le radical de l'acide soit du phosphore ou de l'arsenic. Je ne crois pas me tromper en admettant que la nature chimique de ces corps isomorphes, qui ordinairement, dans toutes leurs combinaisons analogues, produisent la même forme cristalline, peut être la cause qui détermine, dans quelques cas, une petite différence dans les angles, quoique les cristaux appartiennent encore au même système cristallin et partagent les mêmes modifications. Le bi-arséniate et le bi-phosphate d'ammoniaque montrent évidemment que les différens poids des atomes ne peuvent exercer qu'une influence ou nulle ou tout-à-fait insensible sur les angles. Les poids des atomes de ces deux corps sont dans le rapport de 1 à 1,38, et devraient par conséquent donner lieu aux plus grandes différences entre les cristaux de même forme. Les mesures cependant que j'ai faites sur des cristaux qui avaient des faces brillantes, et qui réfléchissaient des images distinctes, s'accordent pour ces deux sels parfaitement bien (1). Pour expli-

(1) Pour le prouver, je vais ajouter ici quelques mesures :

quer ce résultat, il suffit de remarquer que la force avec laquelle les masses s'attirent doit être insensible quand on la compare à celle qui détermine les formes que les corps affectent. On s'en aperçoit, par exemple, par l'énergie avec laquelle l'eau, en cristallisant, rompt les vases les plus forts.

J'ajouterai cependant à la conjecture que je viens de présenter, et d'après laquelle l'affinité chimique serait la cause de la différence observée dans les angles des cristaux, un fait qui me paraît être d'une grande importance. Supposé qu'une telle force exerce une influence quelconque sur les dimensions ou les axes qui déterminent les angles des cristaux, cette influence doit devenir nulle si les dimensions ou les axes des cristaux ont la même grandeur; et voilà en effet ce qui a lieu : si l'oxide de plomb ou la strontiane, combinés aux mêmes substances dans les mêmes proportions, affectent une forme

---

Phosphate d'ammoniaque.	Arséniate d'ammoniaque.
89° 36′	89° 35′
35′	36′
89° 35 $\frac{1}{2}$	35′
89° 34′	89° 35 $\frac{1}{3}$
34′	89° 33′
89° 34′	34′
89° 36′	89° 33 $\frac{1}{2}$′.
36′	
36′	
89° 36′.	

cristalline différente de celle de la baryte, on doit croire que si cette différence de forme cristalline n'est pas produite par une force modifiante chimique, mais seulement par la forme différente des bases mêmes, il arrivera nécessairement que si la baryte combinée à l'acide nitrique donne un sel qui cristallise en octaèdre, le nitrate de strontiane et celui de plomb affecteront une forme qui s'écartera de l'octaèdre régulier : mais il n'en est pas ainsi; car la forme cristalline de ces trois nitrates est un octaèdre régulier avec les mêmes modifications. Ce raisonnement s'applique également à la magnésie, à la chaux, au protoxide de fer et à celui de manganèse.

Le grenat des minéralogistes contient un grand nombre de sels doubles dans lesquels la silice joue le rôle d'un acide; une moitié de la silice est combinée avec l'alumine ou avec le peroxide de fer, l'autre avec le protoxide de fer, avec celui de manganèse ou avec la chaux ou la magnésie. La silice contient, dans cette substance, autant d'oxigène que les bases. Si la forme des bases est en effet différente, il est impossible que ces sels puissent cristalliser sous la forme d'un dodécaèdre. Ce même argument s'étend encore à l'oxide de zinc et à la magnésie, car le spinelle et le spinelle zincifère ne peuvent pas autrement affecter la forme de l'octaèdre (1).

---

(1) Les sels doubles qui cristallisent sous la forme et avec toutes les modifications de l'alun, et qui ont une composition analogue, présentent un cas tout-à-fait semblable. Ce sont les combinaisons des sulfates de bases qui contiennent trois atomes d'oxigène pour un de métal avec le sulfate d'am-



Mais la raison principale que les bases sus-mentionnées sont isomorphes, c'est l'expérience qui prouve que les corps dont les formes cristallines sont différentes ne se combinent qu'en proportions fixes, et qu'au contraire, les corps dont la forme cristalline est la même peuvent se cristalliser ensemble en quelque proportion que ce soit; et c'est justement le cas que les carbonates sus-mentionnés présentent. Je me propose d'exposer, dans un Mémoire particulier, tout le détail qui concerne l'objet dont je viens de parler.

De l'Arséniate et du Phosphate d'ammoniaque.

On obtient ces sels en ajoutant de l'ammoniaque à de l'acide arsénique ou phosphorique concentrés jusqu'à ce qu'il se forme un précipité. En chauffant la solution, ce précipité se dissout. Si l'on abandonne ensuite la solu-

---

moniaque ou avec celui de potasse et avec les mêmes proportions d'eau. J'ai observé les combinaisons suivantes :

1°. Le sulfate d'alumine et de potasse;

2°. Le sulfate d'alumine et d'ammoniaque;

3°. Le per-sulfate de fer et le sulfate de potasse;

4°. Le per-sulfate de fer et le sulfate d'ammoniaque;

5°. Le trito-sulfate de manganèse et le sulfate d'ammoniaque;

6°. Le sulfate de chrôme et d'ammoniaque;

7°. Le sulfate de chrôme et de potasse.

Les combinaisons du sulfate d'alumine avec celui de potasse et d'ammoniaque ont été connues avant moi : la combinaison du sulfate de chrôme avec celui de potasse vient d'être découverte par M. Faraday.

tion à elle-même, et si l'on empêche qu'il ne s'en aille trop d'ammoniaque, il se forme, après un certain temps, de grands et beaux cristaux de sel neutre. Il arrive cependant quelquefois que des cristaux se précipitent pendant le refroidissement de la dissolution; et ces cristaux sont un sous-sel à base d'ammoniaque que je n'ai pas analysé parce qu'ils s'altèrent en un instant lorsqu'on les expose à l'air.

Les cristaux des sels neutres se décomposent à l'air. Ils sont plus solubles dans l'eau que les cristaux du bi-arséniate et du bi-phosphate d'ammoniaque. La solution de ces cristaux précipite le muriate de baryte de manière que la liqueur montre une réaction neutre. J'ai analysé l'arséniate et le phosphate de baryte précipités, et j'ai trouvé qu'ils étaient des sels neutres. L'arséniate et le phosphate dont il est question sont par conséquent aussi neutres. Sans faire attention à la forme cristalline, il est impossible de faire une analyse des sels à base d'ammoniaque, tant acides que neutres; car, en faisant cristalliser une solution, on obtient toujours un mélange de sel neutre et de sel acide.

J'ai déterminé, par les procédés qui précèdent, l'acide et la somme de l'ammoniaque et d'eau contenus dans le sel.

100 p. d'acide avaient été combinées, d'après le premier essai, avec 54,08 p. d'ammoniaque et d'eau; d'après le second, avec 52,21.

Terme moyen, 53,145.

100 p. d'acide arsénique se combinent avec 29,804 p. d'ammoniaque, et par conséquent avec 24,345 p. d'eau,

pour former le sel neutre. Cette quantité d'eau contient 20,763 p. d'oxigène, et 100 p. d'acide arsénique contiennent 34,70 p. du même gaz :

13,89 : 20,763 :: 1 : 1,495.

L'arséniate d'ammoniaque contient par conséquent $1\frac{1}{2}$ proportion d'eau, et est composé, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, de

Acide arsénique,	65,28;
Ammoniaque,	19,44;
Eau,	15,28.
Total,	100,00.

100 p. d'acide phosphorique avaient été combinées dans le phosphate d'ammoniaque, d'après le premier essai, avec 83,55 } d'ammoniaque et d'eau.
et dans le second, avec 83,92 }

Terme moyen, 83,735.

100 p. d'acide phosphorique se combinent, pour former le phosphate neutre d'ammoniaque, avec 48,06 p. d'ammoniaque, et par conséquent avec 35,675 p. d'eau. 100 p. d'acide phosphorique contiennent 56,03 p. d'oxigène, et 35,68 p. d'eau 31,73 p. d'oxigène :

22,412 : 31,73 :: 1 : 1,42.

Le phosphate neutre d'ammoniaque contient par conséquent $1\frac{1}{2}$ proportion d'eau, et est composé, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, de

Acide phosphorique,	53,80;
Ammoniaque,	25,86;
Eau,	20,34.
Total,	100,00.

Des Faces des cristaux, et de leur situation relative.

La forme primitive des cristaux de ces deux sels est un prisme oblique à bases rhombes (fig. 5 et 6); le terme moyen d'un grand nombre de mesures a donné, pour l'inclinaison du plan, *M'* sur le plan *M''*; dans l'arséniate d'ammoniaque 85°,54', et dans le phosphate d'ammoniaque 84°,30'. Le plan *f* remplace le coin *A*, et forme avec *P* une arête parallèle à la diagonale oblique du plan. L'inclinaison de *f* à *P* a été, d'après le terme moyen de plusieurs mesures : dans l'arséniate d'ammoniaque, de 109°8; dans le phosphate, de 109° 44'. J'avais trouvé, en mesurant encore l'inclinaison de *P* à *M*, que la cotangente de l'angle que *P* fait avec l'axe est, dans les deux sels, à celle de l'angle que *f* fait avec l'axe, dans le rapport de 1 : $2\frac{1}{2}$. Je déduis de ces données, que *P* fait avec l'axe un angle de 66° $29\frac{1}{2}$' dans l'arséniate d'ammoniaque, et un angle de 66° 45' dans le phosphate d'ammoniaque.

Les plans *n* (fig. 8 et 18) forment avec le plan *P* des arêtes qui sont parallèles à la diagonale oblique du plan *P*, et avec le plan *f* des arêtes qui sont parallèles aux arêtes que *f* forme avec les plans latéraux.

Les plans *t* (fig. 9 et 17) forment avec le plan *f* des arêtes parallèles à la diagonale oblique de ce plan, et ils remplacent les arêtes aiguës du prisme. L'arête que ces

plans forment avec le plan *n* est en même temps parallèle au plan mené par le coin *E*, et qui est une suite de leur situation sus-mentionnée.

Le plan *x* (fig. 9 et 17) forme avec le plan *P* et le plan *f* des arêtes qui sont parallèles à la diagonale horizontale de ces plans, et *x* fait avec les plans *t* des arêtes parallèles aux arêtes que *x* fait avec les plans latéraux *M*. Il suit de cette situation, et du rapport qui existe entre les co-tangentes des angles faits par le plan *P* et le plan *f* avec l'axe, que la co-tangente de l'angle que *P* fait avec l'axe est à celle de l'angle que *x* fait avec l'axe comme 1:6.

Je n'ai jamais observé d'autres modifications que celles que je viens de décrire, quoique j'aie étudié un grand nombre de sels tirés de différentes solutions ; j'ai fait tout ce travail dans l'intention de mettre hors de doute la petite différence qui s'est constamment montrée dans tous les cristaux observés de ces deux sels.

Les plans que l'on observe dans ces deux sels sont les suivans avec leurs signes :

$$P\ M\ \overset{\frac{4}{7}}{A}\ \overset{\frac{2}{7}}{A}\ \overset{\frac{4}{7}}{E}\ \overset{\frac{2}{7}}{B}$$
$$f\ \ x\ \ n\ \ t.$$

L'arête *H* est à la ligne menée de l'angle *O* perpendiculairement à l'extrémité inférieure de l'arête opposée à *H*, dans l'arséniate d'ammoniaque, comme 1 à 2,299, et dans le phosphate comme 1 à 3,208.

Les diagonales des prismes sont l'une à l'autre, dans l'arséniate d'ammoniaque, comme 1 à 0,933309, et dans le phosphate comme 1 à 0,083.

Inclinaison des plans.

	Arséniate d'ammoniaque.	Phosphate d'ammoniaque.
M' : *M''*	= 85° 54'	84° 30';
P : *M*	= 105° 46'	105° 23';
P : *u*	= 113° 30½'	113° 14';
P : l'axe	= 66° 29½'	66° 46';
f : *P*	= 109° 6'	109° 44';
f : *M'''* ou *M''''*	= 120° 6'	119° 28';
f : l'axe	= 42° 36½'	42° 58';
f : *u*	= 137° 23½'	137° 2';
L'angle plan *O*	= 80° 58'	79° 42';
x : *M'''* ou *M''''*	= 129° 31'	128° 49';
x : *f*	= 158° 21'	158° 15';
x : *u*	= 159° 2½'	158° 47';
x : l'axe	= 20° 57½'	21° 13';
n' : *n''*	= 67° 24'	66° 41';
n : *P*	= 123° 42'	123° 20½';
n : *f*	= 100° 32'	100° 43';
n : *M*	= 139° 16'	139° 49';
t : *t*	= 84° 11'	83° 12';
t : *f*	= 132° 5½'	131° 36';
t : *P*	= 102° 40'	102° 57';
t : *M'''* ou *M''''*	= 151° 34'	151° 40';
t : *n*	= 137° 39'	138° 25';
r : *w*	= 148° 33'	148° 50';
t : *x*	= 128° 32'	128° 4'.

De l'Arséniate et du Phosphate neutres de soude.

On obtient ces deux sels si l'on ajoute du carbonate de soude à de l'acide arsénique ou phosphorique, jusqu'à ce que la solution montre une réaction très-alcaline.

Ces sels, étant beaucoup plus solubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide, se cristallisent tout de suite dans une solution concentrée. On sépare facilement le phosphate de soude qui se trouve dans le commerce, du sulfate de soude adhérent, par une cristallisation répétée. Ces sels précipitent le muriate de baryte de manière que la solution est neutre, et le muriate de chaux de manière que la liqueur montre une réaction fort acide; ils sont par conséquent au même degré de saturation que le phosphate et l'arséniate neutres de baryte.

3,005 gr. d'arséniate de soude rougi ont été ajoutés à une solution de muriate de baryte; il s'est précipité de l'arséniate de baryte en écailles blanches, mais en même temps une poudre pesante qui ressemblait au sous-arséniate de baryte. L'arséniate de baryte, filtré, lavé et chauffé, pesait 4,3795 gr. La liqueur qui est restée après la filtration a montré une réaction acide. De l'ammoniaque ajoutée en excès a précipité de cette liqueur du sous-arséniate de baryte qui, filtré, lavé et chauffé, pesait 0,406 gr. Ces 0,406 gr. contiennent 0,136 gr. d'acide arsénique. Puisque l'arséniate de soude et l'arséniate de baryte sont au même degré de saturation, il faut changer les 0,136 gr. d'acide arsénique en bi-arséniate de baryte, ce qui fait 0,227 gr. de bi-arséniate de baryte, et il faut ajouter ces 0,227 gr. aux 4,3795 gr. d'arséniate de baryte. On peut maintenant tenir compte de cette somme comme étant de l'arséniate de baryte neutre (1).

---

(1) Pour le prouver par l'expérience, j'ai dissous les 4,3795 gr. d'arséniate de baryte dans l'acide muriatique, et je les ai précipités par de l'acide sulfurique; j'en ai obtenu

Les 3,005 gr. d'arséniate de soude produisent par conséquent 4,6065 gr. d'arséniate de baryte neutre, contenant 1,9785 gr. d'acide arsénique. Donc, l'arséniate de soude est composé, sur 100 p., de

Acide arsénique,	65,84;
Soude;	34,16.

L'arséniate de soude, dont la base contient deux fois et demie l'oxigène de l'acide, est par conséquent, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, composé, sur 100 p., de

Acide arsénique,	64,82;
Soude,	35,18.

6,789 gr. d'arséniate de soude pesaient, après avoir été rougis, 3 gr.; donc 100 p. d'arséniate de soude se combinent avec 126,3 p. d'eau : 100 p. d'arséniate de soude contiennent 35,18 p. de soude, lesquelles contiennent 9,009 p. d'oxigène, et 126,3 p. d'eau contiennent 112,3 p. d'oxigène; donc :

9,00 : 112,3 :: 1 : 12,5.

L'oxigène de la base est par conséquent à l'oxigène de l'eau comme 1 : 12. Il s'ensuit que 100 p. d'arséniate de

---

3,850 gr. de sulfate de baryte, lesquels contiennent 2,527 gr. de baryte; les 4,3795 gr. d'arséniate de baryte contiennent par conséquent 1,8525 gr. d'acide arsénique. En ajoutant à cette somme 0,136 gr. d'acide arsénique, on a 1,9885 gr. d'acide arsénique; ce qui est bien près de 1,9785 gr., selon ma supposition.

de soude sont composées, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, de

Acide arsénique,	29,29;
Soude,	15,88;
Eau,	54,84 (1).

4,387 gr. de phosphate de soude qui ne contenaient pas une trace de sulfate de soude, ajoutés à du muriate de baryte, ont donné 7,260 gr. de phosphate de baryte; la liqueur a montré une réaction parfaitement neutre, et n'a pas été précipitée par de l'ammoniaque. Les 7,260 gr. de phosphate de baryte contiennent 2,309 gr. d'acide phosphorique, et le phosphate de soude est, d'après cette analyse, composé, sur 100 p., de

Acide phosphorique,	52,63;
Soude,	47,37.

D'après l'analyse de M. Berzelius, ce sel contient:

(1) M. Thomson a fait aussi une analyse de l'arséniate de soude. Quand il décrit les cristaux et les phénomènes que leurs dissolutions montrent avec celles des oxides métalliques, il parle évidemment de l'arséniate neutre de soude. Il paraît avoir employé de même le sel neutre en déterminant l'eau de cristallisation; mais il est nécessaire, d'après le résultat de son analyse, qu'il ait employé le bi-arséniate de soude à l'analyse même, qui est assez d'accord avec le poids des atomes déterminé par M. Berzelius: les phénomènes choquans dont il fait mention tiennent sans aucun doute à ce qu'il a confondu le sel neutre et le sel acide.

Acide phosphorique,	53,48;
Soude,	46,52.

Et d'après le poids des atomes déterminé par le même chimiste :

Acide phosphorique,	53,30;
Soude,	46,70.

La détermination exacte de l'eau de cristallisation est très-difficile dans les sels, qui en contiennent beaucoup, et qui la perdent quand on les expose à l'air; car, au moment où l'on commence l'expérience, une partie du sel est déjà entièrement desséchée, tandis que l'autre contient encore toute son eau : c'est la cause pour laquelle le résultat du calcul et celui de l'expérience diffèrent un peu dans l'arséniate de soude. Puisque la même circonstance a lieu dans le phosphate de soude, je préfère adopter les résultats des recherches de M. Berzelius, d'après lesquels, dans le phosphate de soude, l'oxigène de la base est à celui de l'eau dans le rapport de 1 à 12.

Dans le phosphate de soude cristallisé, l'oxigène de la base étant à l'oxigène de l'acide comme 1 : $2\frac{1}{2}$, et à l'oxigène de l'eau comme 1 : 12, le sel doit être composé, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, de

Acide phosphorique,	20,31;
Soude,	17,80;
Eau,	61,89.
Somme,	100,00.

Des Faces des cristaux, et de leur situation relative.

La forme primitive de ces deux sels est un prisme oblique à bases rhombes (fig. 10) : on le trouve ordinairement avec les faces *f* et *t* (fig. 11 et 12). Le plan *M'* fait avec *M''* un angle de 67° 50', terme moyen de plusieurs mesures. J'ai déduit de l'inclinaison de *P* à *d* et de *d* à *f*, que la co-tangente de l'angle que *P* fait avec l'axe est à celle de l'angle que *f* fait avec l'axe comme 7 : 4.

L'inclinaison de *f* à *P* était de 129° 12', terme moyen de plusieurs mesures, l'inclinaison de *P* à l'axe est par conséquent de 58° 30', et celle de *f* à l'axe de 70° 42' (1).

Les faces *t* (fig. 12 et 22) remplacent les arêtes aiguës du prisme, et l'arête qu'elles forment avec *f* est parallèle à la diagonale oblique de ce plan.

La face *d* (fig. 12) résulte d'une troncature tangente de l'arête *H*; et la face *r* (fig. 12) d'une troncature tangente de l'arête *G*; les faces *h* (fig. 13 et 22) appartiennent à un biseau placé sur l'arête *H* du prisme. J'ai

---

(1) Les cristaux de ces deux sels, quoiqu'ils tombent en efflorescence aussitôt après qu'on les expose à l'air, sont cependant susceptibles, en prenant quelques précautions, d'une mesure exacte. Le sel s'étant cristallisé, j'ai décanté la liqueur et fait sécher les cristaux pendant quelques jours dans le vase même qui les renfermait, à la température dans laquelle je me proposais d'opérer, et qui était au-dessous de 0°. Ils m'ont donné alors des images bien distinctes, et les faces brillantes se sont conservées au moins un quart d'heure, en évitant de les toucher avec les doigts et en les préservant de l'haleine.

trouvé, par mes mesures, que l'inclinaison du plan h' sur le plan h est de 123° 30′. Les faces ne se prêtent pas à une mesure bien exacte. Si leur inclinaison est de 121° 42′, on aura tang. $\frac{1}{2}$ ($M' : M''$) : tang. $\frac{1}{2}$ ($h' : h''$)′ :: 3 : 8.

Les faces s (fig. 13 et 22) sont déterminées par leur situation : elles forment avec le plan f des arêtes parallèles à la diagonale oblique de ce dernier plan, et elles remplacent les arêtes aiguës que h fait avec P : elles résultent par conséquent d'un décroissement intermédiaire. Je les désigne ainsi :

$$\underset{s}{(Ph.\overset{\frac{7}{11}}{B})},$$

pour faire entendre que le plan s résulte d'un décroissement sur l'arête B d'un prisme que le plan P forme avec les plans h. Je n'ai pas dessiné les plans i : ils appartiennent à un biseau placé sur l'arête H. L'arête de ce biseau est plus obtuse que celle des plans h. Ils se trouvent, par conséquent, entre h et d. La mesure m'a donné pour leur inclinaison l'angle 130°17 $\frac{1}{2}$; ces faces n'admettaient pas non plus une mesure bien exacte. Si l'angle est de 130°6′, on aura tang. $\frac{1}{2}$ ($M' : M''$) : tang. $\frac{1}{2}$ ($i : i$) :: 5 : 16.

Je n'ai pas non plus dessiné les plans k : ils résultent d'une troncature des arêtes aiguës que P forme avec i, et l'arête qu'ils forment avec f est parallèle à la diagonale oblique de ce plan. Leur situation est par conséquent déterminée. Je les désigne par :

$$\underset{k}{(Pi.\overset{\frac{7}{11}}{B})}.$$

Le plan *b* (fig. 19 et 22) qui se trouve plus souvent que ceux que je viens de décrire, forme avec *f* et *P* des arêtes parallèles à la diagonale horizontale de ces plans; et avec *t* des arêtes qui sont parallèles à celles que *b* forme avec *M* (il suit de cette situation que les arêtes que *b* forme avec *s* sont aussi parallèles à celles que *b* forme avec *h*); le plan *b* est par conséquent un rhombe.

Les faces *m* (fig. 20) forment avec *P* des arêtes qui sont parallèles à la diagonale oblique de ce dernier plan. Par la mesure, j'ai trouvé que l'inclinaison de *m* : *m* est de 103° 45′; si l'angle est de 104° 18′, la tangente de de l'angle *c* du triangle mesurateur est à la tangente de la moitié de l'angle que *m* fait avec *m* comme 1 : 2.

Les faces *n* (fig. 21) ont résulté d'une troncature des arêtes terminales obtuses du prisme; j'ai trouvé, par la mesure, que l'inclinaison du plan *n* à *n* est de 106° 18′: si l'inclinaison est de 106° 24′, le signe sera

$$\overset{\frac{2}{3}}{D}.$$

Les cristaux du phosphate et de l'arséniate de soude se présentent de deux manières, qui sont ordinairement communes aux prismes obliques à bases rhombes; c'est-à-dire, les faces latérales de la colonne sont quelquefois formées par les plans *M*, quelquefois, ce qui arrive ordinairement, par les plans *M t P*; on s'aperçoit cependant à l'instant, par la symétrie des plans, comment on doit envisager les cristaux.

L'arête *H* est à la ligne menée de l'angle *O* perpendiculairement à l'extrémité inférieure de l'arête opposée à *H*,

comme 1 : 1,632 ; les diagonales du prisme sont, l'une à l'autre, comme 1 : 0,6724.

Les plans des cristaux sont les suivans avec leurs signes :

$$P\,M\,\underset{f}{\overset{\frac{14}{11}}{A}}\,\underset{b}{\overset{\frac{7}{11}}{A}}\,\underset{t}{\overset{\frac{7}{11}}{B}}\,\underset{n}{\overset{\frac{2}{3}}{D}}\,\underset{m}{\overset{2}{E}}\,\underset{d}{H'}\,{}^{\frac{11}{5}}\underset{h}{H}{}^{\frac{11}{5}}\,{}^{\frac{21}{11}}\underset{i}{H}{}^{\frac{21}{11}}\,{}^{1}\underset{r}{G}{}^{1}\,(P\,h\,\underset{s}{\overset{\frac{7}{11}}{B}})\,(P\,i\,\underset{k}{\overset{\frac{7}{11}}{B}}).$$

Inclinaison des plans.

P : l'axe	= 58° 30'	*s* : *h*	= 118° 52';
P : *d*	= 121° 30'	*i* : *i*	= 130° 8';
P : *M*	= 106° 57'	*i* : *d*	= 155° 4';
L'angle plan *O*	= 59° 40'	*i* : *h*	= 175° 47';
P : *f*	= 129° 12'	*i* : *M*	= 148° 51';
f : l'axe	= 70° 42'	*i* : *P*	= 118° 17';
f : *d*	= 109° 18'	*k* : *k*	= 134° 12';
P : *t*	= 112° 5'	*k* : *f*	= 157° 6';
t : *M*	= 140° 58'	*k* : *s*	= 176° 1';
t : *t*	= 73°	*k* : *t*	= 149° 24';
t : *f*	= 126° 30'	*k* : *P*	= 125° 36';
M' : *M''*	= 67° 50'	*k* : *i*	= 116° 7';
M : *d*	= 123° 55'	*b* : l'axe	= 37° 17';
M : *r*	= 146° 5'	*b* : *d*	= 142° 43';
P : *h*	= 117° 9'	*b* : *f*	= 146° 35';
h : *h*	= 121° 42'	*b* : *t*	= 119° 46';
h : *d*	= 150° 51'	*b* : *M*	= 116° 31';
h : *M*	= 155° 4'	*m* : *m*	= 104° 18';
P : *s*	= 124° 19'	*m* : *M*	= 102° 7';
s : *s*	= 126° 14'	*m* : *P*	= 142° 9';
s : *f*	= 153° 7'	*n* : *n*	= 106° 24';
s : *t*	= 153° 23'	*n* : *P*	= 148° 30'.

$n:M$	=	138° 26′ ;
$r:u$	=	146° 52′ ;
r : l'axe	=	33° 8′ ;
$r:P$	=	154° 36′.

Du Phosphate et de l'Arséniate de potasse et de soude.

Si l'on ajoute du carbonate de soude au bi-arséniate ou au bi-phosphate de potasse jusqu'à ce qu'on obtienne des sels neutres, les solutions cristallisent entièrement comme sels doubles. Les solutions des cristaux précipitent le muriate de baryte, de manière que la liqueur est neutre, et ils se comportent avec les solutions des oxides métalliques comme les arséniates et les phosphates neutres. Ils sont par conséquent au même degré de saturation que ceux-ci. Il est nécessaire, puisque les solutions sus-mentionnées cristallisent entièrement comme sels doubles, que la moitié de l'acide soit combinée avec la potasse, et l'autre moitié avec la soude. Une analyse ne peut pas donner un résultat plus exact, parce qu'il est très-difficile de séparer la potasse de la soude.

100 p. de phosphate de potasse et de soude rougies avaient été combinées avec 101,60 p. d'eau. 100 p. de sel double contiennent 44,69 p. de phosphate de soude, et 55,31 p. de phosphate de potasse ; chacune des bases contient 5,3385 p. d'oxigène ; 101,60 p. d'eau contiennent 90,36 p. d'oxigène ; donc :

$$5,3385 : 90,36 :: 1 : 16,93.$$

Ce sel double contient, comme on voit, 17 proportions

d'eau, et est composé, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, ainsi qu'il suit :

Arséniate de potasse,	27,38 ;
Arséniate de soude,	22,12 ;
Eau,	50,50.

100 p. d'arséniate de soude et de potasse avaient été combinées, d'après un premier essai, avec 77,10 p.; d'après un second, avec 79,28 p.; et d'après le terme moyen, avec 78,19 p. d'eau.

Le sel double contient :

Arséniate de potasse,	54,11 ;
Arséniate de soude,	45,89.

Chacune de ces bases contient 4,130 p. d'oxigène; 78,19 p. d'eau contiennent 69,54 p. d'oxigène; donc:

4,130 : 69,54 :: 1 : 16,84.

Ce sel contient, comme on voit, 17 proportions d'eau, et est composé, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, de

Arséniate de potasse,	30,24 ;
Arséniate de soude,	26,65 ;
Eau,	44,11.

Des Faces des cristaux, et de leur situation relative.

La forme primitive (fig. 28) de ces sels est un prisme oblique à bases rhombes : on la rencontre très-souvent sans aucune modification.

L'inclinaison de M' à M'' est, d'après le terme moyen,

de plusieurs mesures, de 78° 40′. J'ai déduit de l'inclinaison mesurée du plan *P* au plan *d*, et de celle du plan *b′* au plan *d″*, que les cot. des angles que *P* et *b* font avec l'axe sont dans le rapport de 1 : 9. L'inclinaison de *P* à *b* a été, d'après la mesure, de 128° 37′. D'après ces données, j'ai trouvé, par le calcul, l'inclinaison de *P* à l'axe de 83° 39′, et celle de *b* à l'axe de 44° 58′.

d (fig. 29) est la troncature tangente de l'arête *H*, et *l* celle de l'arête *G*.

h et *h* (fig. 29) sont les faces d'un biseau placé sur l'arête *H* : j'ai trouvé pour leur inclinaison mutuelle 117° 14′ — 26′. Donc tang. ($\frac{1}{2}$ *M′* : *M″*) : tang. $\frac{1}{2}$ (*h′* :: *h″*) :: 1 : 2. Les plans *t* (fig. 30 et 31) remplacent les arêtes aiguës du prisme, et forment avec le plan *b* des arêtes parallèles à la diagonale oblique de cette face.

Les plans *n* remplacent les arêtes obtuses du prisme. Les arêtes qu'ils forment avec les plans *t* sont parallèles à un plan mené par les coins *E′* du prisme.

Ces cristaux se présentent seulement sous la forme de tables. Leurs plans latéraux sont très-petits, et leurs plans terminaux sont toujours très-grands.

L'arête *H* est dans ces sels à la ligne menée du coin *O* perpendiculairement à l'extrémité inférieure de l'arête opposée à *H*, comme 1 : 8,986. Les diagonales du prisme sont, l'une à l'autre, dans le rapport de 1 à 1,220.

Les faces des cristaux sont les suivans avec leurs signes :

$$P\ \ M\ \ \underset{b}{\overset{\frac{1}{5}}{A}}\ \ \underset{n}{\overset{\frac{1}{10}}{D}}\ \ \underset{t}{\overset{\frac{1}{10}}{B}}\ \ \underset{d}{{}^{1}H^{1}}\ \ \underset{h}{{}^{3}H^{3}}\ \ \underset{l.}{{}^{1}G^{1}}$$

Inclinaisons des plans.

P : l'axe	=	83° 39′ ;
P : *d*	=	96° 21′ ;
P : *M*	=	94° 1′ ;
P : *h*	=	95° 25′ ;
M : *M*″	=	78° 40′ ;
M : *d*	=	129° 20′ ;
M : *l*	=	140° 40′ ;
h′ : *h*″	=	117° 14′ ;
h : *n*	=	160° 43′ ;
h : *d*	=	148° 37′ ;
b : l'axe	=	44° 58′ ;
b : *d*	=	135° 2′ ;
P : *b*	=	128° 37′ ;
P : *t*	=	116° 27′ ;
t : *M*	=	149° 32′ ;
t : *t*	=	91° 4′ ;
t : *b*	=	135° 32′ ;
P : *n*	=	122° 27′ ;
n : *M*	=	151° 34′ ;
n : *n*	=	97° 22′ ;
P : *l*	=	90°.

Du Phosphate et de l'Arséniate de soude et d'ammoniaque.

On obtient ces sels doubles en mêlant du phosphate ou de l'arséniate de soude avec du phosphate ou de l'arséniate d'ammoniaque en parties égales. Les deux sels doubles se cristallisent facilement dans leur solution (surtout l'arséniate) en des cristaux à faces brillantes. On prépare ordinairement le phosphate en mêlant du

muriate d'ammoniaque avec du phosphate de soude ; mais on doit alors le séparer par une cristallisation réitérée du muriate d'ammoniaque adhérent.

En faisant cristalliser ces deux sels, une partie d'ammoniaque se dégage, et un sel acide se forme. C'est pourquoi on doit toujours ajouter un peu d'ammoniaque, si l'on redissout les cristaux pour les faire cristalliser. Ces sels doubles se comportent avec le muriate de baryte et les autres dissolutions des oxides métalliques, comme les arséniates et phosphates neutres. Quand on les rougit, ces sels n'abandonnent que de l'ammoniaque et de l'eau, et point d'acide ; si l'on rougit ce qui reste après l'avoir mêlé avec du carbonate de soude, la quantité d'acide carbonique qui se dégage est égale à celle qu'une même portion de sel acide aurait chassée. Il s'ensuit que ces sels doubles sont au même degré de saturation que les phosphates et arséniates neutres, et qu'une moitié de l'acide est combinée avec la soude et l'autre avec l'ammoniaque.

100 p. de sels rougies avaient été combinées,

D'après une première expérience, avec.....	76,47
D'après une seconde, avec	74,53
Et d'après le terme moyen, avec...........	75,56 p.

d'eau et d'ammoniaque.

100 p. de bi-arséniate de soude qui étaient restées, le sel ayant été rougi, contenaient 78,66 p. d'acide, dont la moitié, qui était combinée avec l'ammoniaque, demande 11,72 p. d'ammoniaque, pour former le sel neutre. Par conséquent, 111,72 p. de sel double avaient été combinées avec 63,78 p. d'eau. 111,72 p. de sel double

contiennent 21,34 p. de soude, lesquelles contiennent 5,459 p. d'oxigène, et 63,78 p. d'eau contiennent 56,73 p. d'oxigène. Donc :

5,459 : 56,73 :: 1 : 10,4.

100 parties de phosphate de soude et d'ammoniaque renferment 105,3 p. d'ammoniaque et d'eau. 100 p. de bi-phosphate de soude qui étaient restées, le sel ayant été rougi, contiennent 69,54 p. d'acide phosphorique, dont la moitié, c'est-à-dire, 34,77, se combinent avec 16,70 p. d'ammoniaque pour former le sel neutre; 116,70 p. de sel double étaient par conséquent combinées avec 88,6 p. d'eau, lesquelles contiennent 78,8 p. d'oxigène; et 116,70 p. de sel double contiennent 30,46 p. de soude, dans lesquelles il existe 7,792 p. d'oxigène. Donc :

7,792 : 78,76 :: 1 : 10,1.

Ce sel double contient, comme on voit, 10 proportions d'eau, et est composé, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, de

Phosphate de soude,	31,95;
Phosphate d'ammoniaque,	25,19;
Eau,	42,86.

Des Faces des cristaux, et de leur situation relative.

La forme primitive (fig. 23) est un prisme oblique à bases rhombes, ordinairement modifié par les plans *d* et *f*. L'inclinaison mutuelle des plans latéraux *M' M''* est, d'après le terme moyen de plusieurs mesures, de 38° 44'.

De l'inclinaison mesurée de P à d' et de celle de f à d', j'ai tiré que les co-tang. de ces angles sont dans le rapport de 1 à 3. f fait avec P, d'après le terme moyen de plusieurs mesures, un angle de 144° 34′; il suit de ces données que P fait avec l'axe un angle de 80° 42½′, et f, avec l'axe un angle de 63° 51½.

Les plans t (fig. 26 et 27) remplacent les arêtes terminales aiguës du prisme; les arêtes qu'ils forment avec f sont parallèles aux arêtes que f forme avec M.

Le plan d (fig. 24) est la troncature tangente de l'arête H.

Les plans n (fig. 26 et 27) remplacent les arêtes terminales obtuses du prisme: Les arêtes qu'ils forment avec le plan t sont parallèles à un plan mené par les coins ε.

Le plan g (fig. 26 et 27) forme avec les plans n des arêtes parallèles aux arêtes qui résultent des intersections de g avec les plans latéraux.

Le plan x n'est pas déterminé par sa situation; il forme avec f une arête qui est parallèle à la diagonale horizontale de ce plan. J'ai trouvé, par la mesure, que l'inclinaison de x' à f' est de 157° 24′. Si cet angle est de 157° 16½, le plan x fait alors avec l'axe un angle de 41° 8′, et la co-tangente de l'angle que P fait avec l'axe est à celle de l'angle que x fait avec l'axe comme 1 : 7. Par une autre mesure, j'ai trouvé que x fait avec d l'angle de 138° 42; ce qui donne pour l'inclinaison de x à l'axe l'angle de 41° 18′.

Le plan k n'est pas déterminé non plus par sa situation; l'arête qu'il fait avec g est parallèle à la diagonale horizontale de ce dernier plan. J'ai trouvé, par des mesures directes, que l'inclinaison de k à d est de 145° 43′.

Si cet angle est de 145° 49′, on a pour l'inclinaison de *k* à l'axe 34° 11′; et l'angle que *P* fait avec l'axe est à l'angle que *k* fait avec l'axe comme 1 : 9.

Les plans *h* appartiennent à un biseau placé sur l'arête *H*. L'angle qu'ils font entre eux est, d'après la mesure, de 91° 38′. S'il est de 91° 24′, nous avons tang. $\frac{1}{2}$ (M' : M'') : tang. $\frac{1}{2}$ (h' : h'') :: 1 : 4.

Les faces de ces deux sels sont les suivantes avec leurs signes :

M	$\overset{\frac{1}{2}}{A}$	$\overset{\frac{1}{4}}{A}$	$\overset{\frac{1}{2}}{O}$	$\overset{\frac{1}{4}}{O}$	$\overset{\frac{1}{2}}{D}$	$\overset{\frac{1}{2}}{B}$	${}^{1}H^{1}$	${}^{\frac{5}{3}}H^{\frac{5}{3}}$
	f	*x*	*g*	*k*	*n*	*t*	*d*	*h*.

L'arête *H* est à la ligne tirée à partir du coin *O*, perpendiculairement à l'extrémité inférieure de l'arête opposée à *H*, comme 1 : 6,112. Les diagonales du prisme, qui sont perpendiculaires aux arêtes latérales du prisme, sont l'une à l'autre comme 1 : 2,845.

Les cristaux de ces sels ne se présentent que sous la forme d'une colonne dont les plans *M* forment les plans latéraux.

Les rapports des co-tangentes des angles que les plans terminaux font avec l'axe se succèdent suivant la progression arithmétique 1, 3, 5, 7, 9. On rencontre très-souvent une telle progression, mais on ne pourrait pas en faire une règle générale; car il y en a encore plus d'exemples où elle ne se trouve point : ce rapport est, par exemple, dans l'arséniate et le phosphate d'ammoniaque, comme 1, 2 $\frac{1}{2}$, 6. On ne trouve pas non plus un tel rapport dans les phosphates et arséniates de soude.

Les inclinaisons des faces de ces cristaux sont :

P : l'axe	=	80° 42½′ ;
P : ***d***	=	99° 17½′ ;
f : l'axe	=	63° 51½′ ;
f : ***d***	=	116° 8½′ ;
P : ***M′*** et ***M″***	=	93° 4′ ;
P : ***f***	=	144° 34′ ;
P : ***t***	=	134° 31′ ;
t : ***t***	=	96° 24′ ;
L'arête entre ***t*** et ***t*** : l'axe	=	80° 42½′ ;
—————— : ***d***	=	99° 17½′ ;
t : ***M′*** et ***M″***	=	132° 25′ ;
L'arête entre ***n*** et ***n*** : l'axe	=	63° 51½′ ;
—————— : ***d***	=	116° 8½′ ;
P : ***n***	=	137° 16′ ;
n : ***n***	=	100° 14′ ;
n : ***M′*** et ***M″***	=	135° 48′ ;
f : ***M‴*** et ***M‴′***	=	98° 24′ ;
n : ***g***	=	138° 21′ ;
t : ***f***	=	135° 14½′ ;
M′ : ***M″***	=	38° 44′ ;
M : ***d***	=	109° 22′ ;
h : ***h***	=	91° 24′ ;
h : ***d***	=	135° 42′ ;
g : l'axe	=	50° 43′ ;
g : ***d***	=	129° 17′ ;
g : ***P***	=	150° ½′ ;
g : ***M***	=	102° 7′ ;
x : l'axe	=	41° 8′ ;
x : ***d***	=	138° 52′ ;
x : ***f***	=	137° 16½ ;
x : ***M***	=	104° 28′ ;
x : ***h***	=	122° 37′ ;
k : l'axe	=	34° 11′ ;

$k:h$	$= 145° 49$;
$k:g$	$= 163° 28'$;
$k:M$	$= 105° 55'$;
$k:h$	$= 126° 18'$,

De l'Arséniate et du Phosphate neutres de plomb.

Les cristaux de ces deux sels, qu'on trouve dans la nature, se distinguent par des faces brillantes qui se prêtent à une mesure exacte. Le phosphate de plomb contient ordinairement du muriate de plomb. On peut, par un essai au chalumeau, déterminer bien facilement le degré de saturation auquel le phosphate et l'arséniate de plomb se trouvent, puisque tous les deux se fondent facilement et se cristallisent en refroidissant. On les distingue, par ce caractère, des sous-sels. L'arséniate de plomb de Johann Georgenstadt en Saxe ne contient point d'acide phosphorique, d'après les essais de M. Berzelius. (Voyez *Om blasrörets avändande i Kemien och Mineralogien af Berzelius*, pag. 150.)

J'ai employé, dans la mesure des angles, les mêmes échantillons que M. Berzelius avait examinés. Ces deux sels ne contiennent point d'eau de cristallisation. L'oxigène de la base étant à l'oxigène de l'acide comme $1 : 2\frac{1}{2}$, ils sont composés :

L'arséniate de

Acide arsénique,	34,06 ;
Oxide de plomb,	65,94 :

Le phosphate de

Acide phosphorique,	24,24 ;
Oxide de plomb,	75,76.

Les analyses de différens mélanges cristallisés de phosphate et d'arséniate de plomb s'accordent avec le résultat de quelques essais cités dans mon premier Mémoire, savoir : que des corps qui ont la même forme cristalline cristallisent ensemble, en quelque proportion que ce soit.

Les analyses des autres phosphates et arséniates qui se trouvent dans la nature montrent qu'aucun arséniate, comme celui de fer ou de cuivre, n'est composé d'après les mêmes proportions que le phosphate, et qu'il est par conséquent nécessaire que leur forme cristalline soit différente. Je n'ai pas eu l'occasion d'examiner ces arséniates et phosphates.

Des Faces des cristaux, et de leur situation relative.

L'arséniate de plomb n'est pas rare dans les cabinets des minéralogistes. Les cristaux que j'avais à ma disposition, étaient assez bien prononcés pour que j'eusse pu déterminer leur identité avec ceux du phosphate de plomb, alors même que les faces qui déterminent la hauteur du prisme hexaèdre régulier n'auraient pas été assez grandes pour mesurer les angles avec l'exactitude que l'on peut atteindre dans une substance qui se distingue par des faces aussi brillantes. Les joints parallèles à la face terminale et aux faces latérales étaient bien distincts. Toutes les arêtes latérales étaient modifiées par une troncature tangente ; et les arêtes terminales étaient remplacées par deux séries de faces, de manière qu'on y trouve toutes les modifications observées par M. Haüy dans le phosphate de plomb, et de plus une série de

faces terminales. *Voyez*, sur les angles et les faces de ces cristaux, le *Traité de Minéralogie* de M. Haüy, t. III, pag. 490, fig. 59-63; et le tableau comparatif, pag. 92 et 249.

Du Bi-phosphate et du Bi-arséniate de soude.

On obtient ce bi-phosphate ou bi-arséniate si l'on ajoute de l'acide phosphorique ou arsénique à une solution des sels neutres jusqu'à ce qu'elle ne précipite plus le muriate de baryte. Ces deux sels sont très-solubles dans l'eau; c'est pourquoi les solutions doivent être bien concentrées pour qu'ils se cristallisent; il faut même les abandonner à eux-mêmes pendant long-temps quand on veut obtenir de grands cristaux. Les solutions de ces sels se comportent de la même manière avec les dissolutions des oxides métalliques que les autres bi-phosphates et bi-arséniates.

1,599 gr. de bi-arséniate de soude rougis et fondus furent précipités après avoir été dissous dans l'eau avec de l'acétate de plomb; l'arséniate de plomb précipité fut séparé et lavé. Le liquide contenant de l'oxide de plomb ajouté en excès comme acétate fut traité par du carbonate d'ammoniaque; le carbonate de plomb fut séparé par le filtre et lavé. Le liquide, filtré, fut évaporé, et calciné au rouge; il donna 0,584 gr. de carbonate de soude, qui contiennent 0,3514 gr. de soude. 100 p. de bi-arséniate de soude contiennent par conséquent, d'après cet essai, 21,95 p. de soude.

0,8815 gr. de bi-arséniate de soude, traités de la même manière, ont donné 0,299 gr. de carbonate de soude, qui contiennent 0,1799 gr. de soude. 100 p. de bi-arsé-

niate de soude contiennent par conséquent, d'après cet essai, 21,412 p. de soude.

D'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, 100 p. de bi-arséniate de soude sont composées de

Acide arsénique,	78,66;
Soude,	21,34;

Puisque la quantié de soude que j'avais obtenue par deux essais s'accorde de si près avec cette dernière, et puisque ce sel se comporte à tous égards comme les bi-arséniates, il ne peut exister aucun doute qu'il ne soit à ce degré de saturation.

1,404 gr. de bi-arséniate de soude ont perdu, à la chaleur rouge, 0,280 gr. d'eau. 100 p. avaient été combinées par conséquent avec 24,91 p. d'eau.

2,019 gr. du même sel avaient perdu, ayant été rougis, 0,394 p. d'eau. 100 p. avaient été combinées par conséquent avec 24,25 p. d'eau. D'après cet essai, le terme moyen donne 24,58 p. d'eau pour 100 p. de bi-arséniate de soude. 100 p. de bi-arséniate de soude contiennent 21,34 p. de soude, dans lesquelles se trouvent 5,459 p. d'oxigène; 24,58 p. d'eau contiennent 21,86 p. d'oxigène;

$$5,459 : 21,86 :: 1 : 4,004.$$

Ce sel contient, comme on voit, 4 proportions d'eau, et est composé, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, de

Acide arsénique,	63,16;
Soude,	17,13;
Eau,	19,71

1,0975 gr. de phosphate de soude, rougis et fondus, furent précipités après avoir été dissous dans l'eau par de l'acétate de plomb. L'arséniate de plomb ayant été séparé par le filtre, le liquide surnageant fut traité par du carbonate d'ammoniaque; par là, on précipita l'oxide de plomb ajouté en excès comme acétate, et le carbonate de plomb fut séparé par le filtre et lavé. Le liquide, filtré, fut évaporé et rougi; il donna 0,570 gr. de carbonate de soude, contenant 0,344 gr. de soude. 100 p. de phosphate de soude contiennent, d'après cet essai, 31,25 p. de soude et 68,75 p. d'acide phosphorique.

0,377 gr. de phosphate de soude, traités précisément de la même manière, ont donné 0,187 gr. de carbonate de soude, correspondant à 0,1126 gr. de soude. 100 p. de phosphate de soude contiennent par conséquent, d'après cet essai, 29,186 p. de soude et 70,14 p. d'acide phosphorique.

Le bi-phosphate de soude dans lequel l'oxigène de la base est à l'oxigène de l'acide, comme 1 : 5, est composé, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, de

Acide phosphorique,	69,54;
Soude,	30,46.

La quantité de soude que j'avais obtenue par deux essais s'accorde assez avec cette composition; et puisque le sel analysé se comporte précisément, comme les autres bi-phosphates, avec les dissolutions des oxides métalliques, il est évident qu'ils se trouvent au même degré de saturation que les autres bi-phosphates.

0,828 gr. de bi-phosphate de soude ont perdu, après avoir été rougis, 0,218 gr. d'eau, et 1,4915 gr. ont perdu 0,390 gr. du même liquide.

Donc 100 p. de bi-phosphate de soude avaient été combinées avec 35,73 p. d'eau, d'après le premier essai; et avec 35,41 d'après le second; par conséquent avec 35,57, d'après le terme moyen de ces deux essais.

0,676 gr. de cristaux du bi-phosphate de soude, qui avaient été séchés à l'air et sans être broyés, ont perdu, après avoir été rougis, 0,181 gr. d'eau, et 0,603 gr. ont perdu 0,162 gr. d'eau.

Donc 100 p. de bi-arséniate de soude étaient combinées, d'après le premier essai, avec 36,56, et, d'après le second, avec 36,74 p. d'eau. La différence qu'on remarque entre ces deux essais comparés aux premiers, est causée par de l'eau interposée mécaniquement entre les lames des cristaux non broyés.

Dans 100 p. de bi-phosphate de soude, il y a 30,46 p. de soude, contenant 7,792 p. d'oxigène; 35,57 p. d'eau contiennent 31,636 p. d'oxigène. Donc,

7,792 : 31,636 :: 1 : 4,060.

Dans le bi-phosphate de soude, l'oxigène de la base est, comme on voit, à l'oxigène de l'eau comme 1 : 4; et ce sel est, d'après le poids des atomes déterminé par M. Berzelius, composé de

Acide phosphorique,	51,49;
Soude,	22,56;
Eau,	25,55.

De ces essais et de beaucoup d'autres que je ne cite point, il s'ensuit incontestablement que ce bi-arséniate et ce bi-phosphate de soude sont au même degré de saturation, et combinés avec les mêmes proportions d'eau de cristallisation ; mais leurs formes cristallines, quant au nombre, à la situation relative des plans, et à la valeur des angles, sont tout-à-fait différentes et inconciliables.

Pendant que je cherchais à trouver une différence dans la composition chimique de ces sels, j'ai réussi quelquefois à obtenir, en faisant cristalliser le bi-phosphate de soude, des cristaux qui avaient la forme cristalline du bi-arséniate. M'étant quelquefois assuré que la chimie ne peut découvrir aucune différence entre ces deux sels, j'ai poursuivi ce dernier phénomène, et en effet j'ai réussi plusieurs fois à faire cristalliser une solution entière de bi-phosphate de soude sous la forme du bi-arséniate. Ces cristaux du bi-phosphate de soude ressemblent à tous égards à ceux du bi-arséniate ; mais exposés à l'air, les faces perdent bientôt leur brillant.

1,578 gr. de ces cristaux ont donné, à la chaleur rouge, 0,420 gr. d'eau ; 100 p. avaient été combinées par conséquent avec 36,27 p. d'eau. 1,156 gr. de cristaux, rougis et fondus, ont donné, analysés à la manière sus-mentionnée, 0,563 gr. de carbonate de soude, qui contiennent 0,33875 gr. de soude ; ce sel contient par conséquent, dans 100 p., 29,30 gr. de soude. Il suit de cette analyse que, dans ce sel, l'oxigène de la base est à celui de l'acide comme 1 : 5, et à celui de l'eau comme 1 : 4. Ces cristaux ont, comme on voit, exactement la même composition chimique que les autres, et ils offrent les

mêmes proportions que ceux du bi-arséniate, dont ils copient pour ainsi dire la forme.

J'ai dissous, à plusieurs reprises, ces cristaux dans l'eau, après les avoir séchés et purgés de la solution adhérente. Ils se sont cristallisés alors sous la forme ordinaire du bi-phosphate; et si j'abandonnais la solution à elle-même pendant quelque temps, tout le liquide se cristallisait sans laisser de résidu.

Il suit de cette expérience, que les deux phosphates, dont la forme cristalline est différente, sont au même degré de saturation.

Des Faces du bi-arséniate et du bi-phosphate de soude, et de leur situation relative.

La figure primitive de ces sels, qui est un octaèdre rectangulaire (fig. 32), ne se trouve jamais isolée; c'est le prisme (fig. 34) avec les plans *n* que l'on rencontre ordinairement. Les plans *M* font l'un avec l'autre un angle de 78° 30′. *P* fait avec *P* un angle de 126° 53′ : ce sont les termes moyens de plusieurs mesures faites dans les deux sels.

Les plans *n* sont droitement mis sur les faces latérales *M*, et les arêtes qu'ils forment avec *P* sont parallèles à la diagonale oblique de ce plan.

Les arêtes que le plan *b* forme avec les plans latéraux *M* sont parallèles aux arêtes que *b* forme avec le plan *n*; et l'arête que *b* forme avec *P* est parallèle à celle que *P* fait avec *P*.

Outre ces plans, il y a encore quatre plans terminaux qui forment avec les plans *n* des arêtes parallèles à l'arête que *n* forme avec *P*.

Le rapport des axes ou dimensions de cette forme primitive s'approche très-près d'un rapport simple ; la ligne *tr* (*Traité de Minéralogie*, par M. Haüy, pl. XXXVIII, fig. 139) est à la ligne *ro* comme 1 à 2,001, et la ligne *ro* à la ligne *rx* comme 1 à 0,8171. Si ce rapport était comme 1 à 0,8165, il serait comme $\sqrt{3} : \sqrt{2}$.

Les plans de ces cristaux sont les suivans avec les signes :

$$P\ M\ \underset{b}{F^3}\ (\underset{1}{A'}\ \underset{n}{F^1}\ C^2)\ (1).$$

Inclinaison des plans.

$M' : M''$	= 78° 30′;
$P : P$	= 126° 53′;
$P : u$	= 116° 34′;
$n : n'''$ et $n'' : n''''$	= 103° 22′;
$n' : n''$	= 122° 36′;
$r : r$	= 117° 4′;
$n'' : n'''$ et $n' : n''''$	= 133° 48′;
$n : M$	= 128° 18′;
$P : M$	= 106° 26′;
$b : b$	= 90°;
$b : u$	= 135°;
$b : M$	= 116° 35′;
$b : P$	= 161° 34′;
$b : n$	= 146° 19′.

(1) M. Haüy désigne un tel décroissement *A*. Voyez, par exemple, la potasse nitratée ou le plomb carbonaté dans le *Traité de Minéralogie*.

Des Faces de l'autre forme cristalline du phosphate de soude.

La forme primitive (fig. 36) de ces cristaux, que l'on trouve très-souvent, est un prisme droit à bases rhombes. *M′* fait avec *M″* un angle de 93° 54′; et la face *f* qui a résulté d'un décroissement sur le coin *A* fait avec *P* un angle de 134° 18′.

La face *d* (fig. 38) est la troncature tangente de l'arête *H*.

Les plans *n* remplacent les arêtes terminales du prisme, et forment avec le plan *f* des arêtes parallèles à la diagonale oblique de ce plan. Les plans *s* remplacent les arêtes que le plan *f* fait avec *d*.

Les plans *t* remplacent les arêtes que *n* fait avec *M*, et forment avec *s* des arêtes parallèles à la diagonale oblique de ce plan. Je n'ai pas dessiné ni ce plan ni le plan *s*; leur situation est assez claire pour n'avoir pas besoin d'une figure particulière.

Outre ces modifications, on trouve l'arête que *s* fait avec *M* quelquefois remplacée par un plan.

La face *s* est ordinairement un peu courbée.

Les faces de ces cristaux sont les suivantes avec leurs signes :

$$P \; M \; \overset{2}{A} \; \overset{2}{B} \; \overset{1}{A} \; \overset{1}{B} \; \overset{11}{H}$$
$$f \quad n \quad s \quad t \quad d$$

Inclinaison des faces.

$M' : M'' \;=\; 93° 54'$;
$M : P \;=\; 90°$;

$M : d = 136^{\circ}\ 57'$;
$P : d = 90^{\circ}$;
$n : P = 125^{\circ}\ 25\frac{1}{2}'$;
$n' : n''' = 70^{\circ}\ 51'$;
$n : M = 144^{\circ}\ 34\frac{1}{2}'$;
$f : f = 88^{\circ}\ 36'$;
$f : P = 134^{\circ}\ 18'$;
$f : d = 155^{\circ}\ 42'$;
$s' : s'' = 109^{\circ}\ 48'$;
$s : P = 144^{\circ}\ 54'$;
$s : M = 125^{\circ}\ 6'$;
$s : n = 160^{\circ}\ 31\frac{1}{2}'$;
$t : P = 152^{\circ}\ 52\frac{1}{2}'$;
$t : M = 117^{\circ}\ 7\frac{1}{2}$;
$t' : t''' = 125^{\circ}\ 45'$.

Remarque.

J'ai fait plusieurs essais, que j'ai répétés avec la plus grande exactitude, dans l'intention de trouver une différence dans la composition chimique de ces sels. On conçoit combien il devait m'importer d'éclaircir un phénomène contraire aux idées que j'avais suivies jusqu'ici, et également opposé à une théorie qui a été confirmée jusqu'à présent, peu d'exemples exceptés, par toutes les expériences que les minéralogistes possèdent. J'ai seulement rapporté quelques-uns de ces essais; mais ils démontrent suffisamment ce nouveau fait. Il est par conséquent constant qu'une même substance composée des mêmes élémens, combinés dans les mêmes proportions, peut affecter deux formes différentes, pourvu que des

circonstances particulières exercent une influence dans l'acte de la cristallisation.

Ce phénomène est assez facile à expliquer dans la théorie corpusculaire. Si la position relative des atomes qui ont produit un cristal est changée par une circonstance quelconque, la forme primitive ne restera plus la même.

Il n'y a point de phénomène qui existe isolé dans les sciences physiques, et le fait que nous venons de découvrir doit s'étendre à la théorie cristallographique en général. Ce phénomène, que nous avons observé dans un sel, doit aussi se trouver dans les oxides, et voici ce qui s'accorde parfaitement avec ce que j'ai énoncé dans le commencement de ce Traité, savoir : que *des corps composés du même nombre d'atomes se partagent en des groupes isomorphes.*

La cause qui, dans un groupe d'oxides isomorphes, conserve par-tout une forme cristalline semblable et différente des autres groupes, est la même cause qui détermine le bi-arséniate et le bi-phosphate de soude à affecter ordinairement une forme cristalline différente qui résulte de la situation relative des atomes.

J'aurais tort d'énoncer une telle idée sans pouvoir l'appuyer par des faits. Dans mon premier Mémoire, j'ai démontré, et je me propose de démontrer dans la suite, par d'autres exemples, que la chaux, la magnésie, le protoxide de manganèse, celui de fer, l'oxide de cuivre, celui de zinc, celui de cobalt et celui de nickel appartiennent à un même groupe isomorphe, et que, dans ces groupes, une proportion de métal est combinée avec deux proportions d'oxigène. M. Berzelius avait

déjà adopté cette même proportion par une raison chimique. La même raison rendait nécessaire qu'il adoptât deux proportions d'oxigène pour une de métal dans la baryte, la strontiane et l'oxide de plomb, qui sont trois oxides appartenant aussi à un groupe isomorphe. Il est cependant certain que les sels de la seconde classe ont une forme absolument différente de celle que les sels de la première classe affectent. On peut s'en convaincre en comparant les sulfates et les carbonates de ces deux groupes qui se trouvent dans la nature.

En étendant le phénomène découvert dans le biphosphate de soude à ces deux classes, la différence de leur forme cristalline doit nécessairement résulter de la situation relative des atomes, dont le nombre est le même : c'est ce que je vais démontrer.

Les recherches chimiques et cristallographiques, relatives à l'arragonite, qui ont tant occupé les chimistes et les physiciens de notre siècle, ont fait connaître en dernier résultat que l'arragonite et le carbonate de chaux contiennent les mêmes substances combinées dans les mêmes proportions, et que leur forme est absolument différente. La forme cristalline du carbonate de chaux appartient à la première classe; examinons si l'arragonite n'appartient pas à la seconde.

D'abord, les faces secondaires de l'arragonite et du carbonate de plomb, et les formes sous lesquelles ces deux corps se présentent ordinairement sont, d'après M. Haüy, parfaitement semblables. Si l'on compare les résultats de M. Haüy avec ceux que M. Fuchs a obtenus sur le carbonate de strontiane, on verra avec évidence que ces trois corps se ressemblent, quant au nom-

bre et à la situation des plans, et quant aux formes sous lesquelles leurs cristaux se présentent : à cette ressemblance, on doit ajouter encore que ces trois substances se trouvent ordinairement en hémitropies toutes pareilles.

La forme primitive de l'arragonite est, d'après M. Haüy, un octaèdre rectangulaire dans lequel le plan *P* fait avec *P* un angle de 109° 28′, et *M* avec *M* un angle de 64° 4′ (1).

La forme primitive du carbonate de plomb est, d'après le même, un octaèdre rectangulaire dans lequel *P* fait avec *P* un angle de 109° 30′, et *M* avec *M* un angle de 62° 56 (2).

La forme primitive du carbonate de strontiane est, d'après la description de M. Fuchs, un octaèdre rectangulaire dans lequel *P* fait avec *P* un angle de 109° à 111°, et *M* avec *M* un angle de 62° (3).

Il s'ensuit que le rapport entre l'arragonite, le carbonate de plomb et celui de strontiane, est le même que le rapport entre le carbonate de chaux, celui de chaux magnésifère et celui de fer, ou le même que le rapport entre l'arséniate et le phosphate d'ammoniaque. La raison qui m'engage à supposer les acides arsénique et phosphorique isomorphes m'engage aussi à supposer la chaux, dans l'arragonite, isomorphe avec la strontiane et avec l'oxide de plomb. Cette explication s'étendant à toutes les classes des corps isomorphes (ce que je me propose

---

(1) Haüy, *Tableau comparatif*, p. 6, fig. 2.

(2) *Idem*, fig. 9, p. 81.

(3) *Schweigger's Journal*, vol. XIX, p. 113.

de démontrer plus complètement dans un prochain Mémoire), la loi pour le rapport entre la composition chimique et la forme cristalline pourra maintenant être énoncée ainsi : *Le même nombre d'atomes combinés de la même manière produit la même forme cristalline ; et la même forme cristalline est indépendante de la nature chimique des atomes, et n'est déterminée que par le nombre et la position relative des atomes.*

Des recherches postérieures nous enseigneront comment cette loi générale sera modifiée par la petite différence qui se trouve quelquefois dans les angles des combinaisons des corps isomorphes, et que nous avons observée dans le phosphate et l'arséniate d'ammoniaque, dans le carbonate de chaux et de fer, etc.

EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 4 mars 1822.

M. TESSIER lit un rapport sur le Mémoire que M. Théran avait présenté, et dans lequel il traite de la domesticité de la vigogne, et de son acclimatation en France avec les llamas et les alpacas.

M. Théran, étant intendant du Jardin d'Acclimatation de Cadix, reçut, à *San Lucar*, onze llamas, alpacas et vigognes, reste de trente de ces animaux qui avaient été envoyés par le vice-roi de Buenos-Ayres : plusieurs y vécurent, jusqu'au départ de M. Théran, dans un état

de domesticité. Il résulte de ce fait et de quelques autres cités par le rapporteur, que ces animaux peuvent s'acclimater en Europe et supporter les fatigues d'une traversée de plusieurs milliers de lieues. L'Académie décide qu'on adressera la dissertation de M. Théran et les réflexions que M. de Humboldt y a jointes, au Ministre de l'Intérieur, afin que Son Excellence puisse juger s'il serait utile, dans l'intérêt de l'histoire naturelle, du commerce et des manufactures, de tenter les expériences que propose M. Théran.

Au nom d'une Commission, M. Duméril fait un rapport sur le Mémoire de M. le Dr Double *relatif aux effets du sulfate de quinine.*

M. Double avait fait connaître, le premier, les propriétés fébrifuges du sulfate de quinine. Son nouveau Mémoire est destiné à montrer l'efficacité de ce sel dans les fièvres continues rémittentes, et dans quelques cas de rhumatismes aigus et d'engorgemens lymphatiques. L'Académie accorde son approbation au Mémoire, et décide qu'il sera inséré dans le *Volume des Savans étrangers.*

M. le Dr Flourens commence la lecture d'un Mémoire intitulé : *Recherches physiques sur l'irritabilité et la sensibilité.*

Séance du lundi 11 *mars.*

Les Commissions chargées d'examiner les pièces envoyées au concours proposent de décerner le prix fondé par M. Alhumbert, au Mémoire de M. Desmoulin *sur l'Anatomie du système nerveux dans les poissons;* et celui de physiologie expérimentale, au Mémoire de

M. Jules Cloquet *sur les Calculs urinaires*. (*Voyez* le précédent Cahier.)

M. Latreille fait un rapport verbal sur les *Élémens de Conchyliologie* de M. Bowditch.

M. Fourier rend aussi un compte verbal de l'ouvrage de M. la Grave-Sorbié *sur la Composition de l'univers*.

M. Prony lit un rapport sur le *dynamomètre hydraulique* de M. Louis Martin. (Nous publierons ce rapport en entier.)

M. Brongniart fils avait présenté un Mémoire renfermant un tableau des végétaux fossiles trouvés dans les diverses couches de la terre. L'auteur y donnait aussi des moyens de classer ces végétaux. Sur le rapport de M. de Jussieu, le travail de M. Brongniart a reçu aujourd'hui les éloges de l'Académie.

M. Bory-de-Saint-Vincent commence la lecture d'un *Mémoire sur l'Hydro-phytologie*.

M. Flourens reprend la lecture de son Mémoire *sur l'Irritabilité*.

La Commission chargée de faire une proposition pour la médaille de M. Lalande est d'avis de remettre ce prix à l'année prochaine.

Séance du lundi 18 *mars*.

On charge une Commission de recueillir tous les documens adressés par les Préfets sur le tremblement de terre qui s'est fait sentir dans une grande étendue de la France, en février dernier.

Le Ministre de la Marine envoie à l'Académie un Mémoire de M. Marestier *sur les Bateaux à vapeur des Américains*, et demande qu'il soit nommé une Commission pour l'examiner.

La Commission de Mathématiques propose de couronner M. OErsted, et celle de Statistique de partager le prix fondé par M. de Montyon, entre un travail de M. le baron Dupin sur le département des Deux-Sèvres, et celui de M. Charpentier sur les Pyrénées. (*Voyez* le Cahier précédent.)

M. Guyon avait adressé à l'Académie quatre sangsues, faisant partie de vingt de la même espèce, qu'il avait trouvées sous les paupières et dans les fosses nasales d'un crabier de la Martinique. La Commission qui devait faire un rapport sur l'envoi de M. Guyon a desiré qu'on demandât de nouveaux renseignemens.

M. Bory-de-Saint-Vincent continue la lecture de son *Mémoire sur la Zoophytologie*.

M. Cuvier communique une lettre de M. Lamouroux sur un glavial fossile qui vient d'être découvert dans les environs de Caen.

M. Delambre fait un rapport avantageux sur un travail de M. Sorlin ayant pour titre : *Gnomonique catoptrique*.

M. Navier lit le *Mémoire sur les Mouvemens des fluides*, que nous avons inséré dans le précédent Cahier.

Séance du lundi 25 mars.

M. Serre présente un volume manuscrit intitulé : *Anatomie comparative de l'encéphale dans les quatre classes d'animaux vertébrés*.

L'Académie décide au scrutin qu'il y a lieu à remplacer M. Hallé.

M. Brochant fait un rapport détaillé et très-favorable sur l'important ouvrage que M. Beudant doit publier prochainement, et qui a pour titre : *Voyage minéralogique et géologique en Hongrie.*

M. Jomard communique une Notice des voyages de M. Leschenaut de la Tour, et un Mémoire de ce même naturaliste *sur le Cannellier de Ceylan.*

M. Flourens continue la lecture de son Mémoire.

Séance du lundi 1er avril.

M. la Renaudière annonce avoir inventé une encre indélébile, et demande des commissaires pour l'examiner.

Le Ministre de l'Intérieur soumet au jugement de l'Académie un Mémoire de M. Francœur *sur les Aréomètres*, et desire qu'on compare ce travail à celui de M. Gay-Lussac et au Mémoire de M. Benoît.

M. Decamp adresse un Traité *sur les Rétentions d'urine.*

On propose une nouvelle question pour le prix fondé par M. Alhumbert. (*Voyez* le Cahier précédent.)

M. Fresnel présente un nouveau supplément à son Mémoire *sur la double réfraction.*

M. Paixhans lit un Mémoire intitulé : *Nouvelle force maritime.*

M. Brongniart lit un Mémoire *sur le Gisement de la magnésite.*

M. Flourens continue la lecture de ses *Recherches sur la sensibilité.*

Séance publique du lundi 8 avril.

On a lu, dans cette séance :

Une Notice de M. Ampère *sur les Expériences électro-magnétiques ;*

Une Note de M. Delambre *sur la comète de* 1204 *jours ;*

L'*Eloge historique* de M. Duhamel, par M. Cuvier ;

Une Notice historique de M. Girard *sur les divers canaux de navigation entrepris ou proposés dans le bassin de la Seine ;*

Et enfin, un Mémoire de M. Dupetit-Thouars *sur l'Identité des langues madecasse et malaise*, démontrée de nouveau par la conformité des noms d'un grand nombre de plantes croissant naturellement sur les îles où ces langues sont parlées.

(*Voyez*, pour les prix proposés, le Cahier précédent.)

Séance du lundi 15 *avril.*

L'Académie reçoit : un supplément au Mémoire de M. Clapeyron *sur la Stabilité des voûtes ; le Plan d'une roue destinée à servir de moteur*, par M. Ferrand ; et *le Plan d'une nouvelle machine hydraulique*, par M. François.

M. le baron d'Ukscull lit un Mémoire intitulé : *Biologie de la nature.*

M. Ampère explique une nouvelle expérience de M. Savary *sur le mouvement de rotation d'un conducteur produit par le courant électrique.*

Comparaison *de la quantité de chaleur dégagée par 1 gramme d'oxigène brûlant diverses substances.*

(Cette quantité est mesurée par le nombre de grammes d'eau qu'elle peut réchauffer de 1°.)

NOM des substances.	CHALEUR dégagée par 1 gramme de combustible.		POIDS brûlé par 1 gr. d'oxig.	ÉLÉMENS du poids brûlé par 1 gr. d'oxigène.	CHALEUR produite par 1 gr. d'oxigène.
	Selon MM.				
ydrogène....	Lavoisier et Laplace.	23400	0,1244	....	2910
harbon......	Lavoisier et Laplace.	7226	0,3767	....	2722
harbon......	Crawford..........	5761	......	....	2170
hosphore.....	Lavoisier et Laplace.	7500	0,7846	....	5885
ther sulfurique.	Rumford..........	8030	0,3905	Charbon.... 0,2541 Hydrogène. 0,0420 Elém. d'eau. 0,0944	3136
lcool.......	Rumford..........	6195	0,4873	Charbon.... 0,2553 Hydrogène. 0,0422 Elém. d'eau. 0,1898	3019
uile d'olive...	Rumford..........	9044	0,3309	Charbon... 0,2555 Hydrogène. 0,0400 Elém. d'eau. 0,0354	2993
uile d'olive...	Lavoisier et Laplace.	11196	......	....	3696
ire.........	Rumford..........	9479	0,3196	Charbon.... 0,2613 Hydrogène. 0,0382 Elém. d'eau. 0,0201	3029
ire.........	Lavoisier et Laplace.	10500	......	....	3355
ois parfaitement sec.........	Rumford, nouv. exp. sur le bois et le charbon, p. 115.	4314	0,7243	Charbon... 0,3767 Hydrogène. 0,0000 Elém. d'eau. 0,3476	3093

Les données de ce tableau, qui appartiennent à plusieurs physiciens, ont été puisées dans Rumford. On admet aujourd'hui que lorsque plusieurs composés contiennent les mêmes élémens, et qu'on prend de chacun d'eux un poids tel que l'oxigène (ou un autre élément) se trouve en quantité égale dans tous, tout autre élément s'y trouvera en quantités qui auront entre elles un rapport très-simple.

L'inspection de la troisième colonne du tableau ci-joint porterait à croire qu'on peut donner plus d'extension à cette

proposition, et qu'on pourrait ajouter : que quand on prend le poids que peut brûler 1 gramme d'oxigène, un élément quelconque, simple ou composé, sera contenu dans les combustibles divers, en quantités qui auront entre elles un rapport très-simple.

Ainsi, le charbon (considéré comme élément) dans l'éther, l'alcool, l'huile et la cire, est au charbon dans le bois :: 2 : 3.

L'élément d'eau (considéré comme élément) dans l'éther, l'alcool et le bois, est, dans ces combustibles, respectivement.................... :: 1 : 2 : 4.

L'hydrogène surabondant (considéré comme élément) manque dans le bois, et se trouve en quantités égales dans les autres combustibles composés. Cette quantité est à celle de l'hydrogène, considéré comme combustible............... :: 1 : 3.

Mais ce qui paraît le plus remarquable, c'est que les quantités de chaleur qu'on voit à la quatrième colonne sembleraient vouloir se soumettre à la même loi : les nombres qui les représentent approchent de l'égalité, et celui du phosphore est à très-peu près double des autres.

Celui du charbon fait exception ; mais la combustion complète du charbon en acide carbonique paraît difficile à faire : Rumford, mécontent de ses efforts, a renoncé à ses résultats pour opter entre ceux de Crawford et ceux de MM. Lavoisier et Laplace, qui diffèrent comme les nombres 4 et 5.

Je n'ai pris ici le ton affirmatif que pour abréger le discours : je suis loin de regarder les approximations, dans les nombres rapportés, comme suffisantes, et les expériences comme assez nombreuses pour autoriser l'admission de la loi que je suppose. Je ne présente donc cette note que comme un essai de rapprochemens qui pourraient peut-être attirer l'attention des physiciens.

J. J. WELTER.

Essai *sur les Turquoises.*

Par Mr G. Fischer.

(Extrait par Mr B. de V.)

Les naturalistes et les chimistes se sont souvent occupés des turquoises. Réaumur a fait connaître celles qui se trouvent en France, et il a fait voir que ce sont des dents fossiles colorées par une substance métallique. Mais depuis on a souvent trop généralisé cette idée sur la nature des turquoises, en présumant que toutes les matières employées sous ce nom en bijouterie étaient du même genre que celles de France. Cependant les joailliers distinguaient constamment les turquoises de Perse, dites *turquoises orientales* ou *de vieille roche*, d'avec les turquoises de France ou autres pays, dites *turquoises occidentales* ou *de nouvelle roche*. Mais comme il est assez rare d'en voir, dans le commerce, des morceaux bruts, et que, lorsqu'elles sont polies, il n'est pas toujours facile de distinguer les deux espèces, à moins d'une certaine habitude, il en est résulté que les savans qui ont fait des recherches sur les turquoises n'ayant pu disposer que de fragmens polis, on a été souvent embarrassé pour accorder entre eux leurs résultats.

Le commerce direct de la Russie avec la Perse ayant fourni à M. Fischer, qui habite Moscou, l'heureuse occasion de pouvoir observer un certain nombre d'échantillons de *turquoises de Perse* de plusieurs gisemens, il a pu se livrer à de nouvelles observations sur ces substances précieuses; et il est parvenu à constater qu'elles ne sont

pas des os fossiles colorés, et que, conformément à l'opinion des bijoutiers, elles sont essentiellement distinctes des turquoises de France. Au reste, ce résultat principal avait été aussi obtenu par des savans français qui, vers le même temps, ont examiné les turquoises.

Ces observations de M. Fischer sont déjà assez anciennes. Elles ont paru d'abord, il y a environ dix ans, dans les *Mémoires* de la Société impériale des naturalistes de Moscou. Depuis, il les a fait réimprimer à part en 1816 et en 1818, avec des additions. C'est un exemplaire de cette dernière édition qui nous est parvenu; comme ce Mémoire nous a paru peu répandu en France, et qu'il contient beaucoup de détails descriptifs très-peu connus, nous avons jugé utile d'en publier un extrait. L'auteur distingue deux sortes de turquoises : la turquoise orientale ou la turquoise-pierre, qu'il désigne sous le nom de *calaite* (1), et la turquoise occidentale ou *turquoise odontolithe*, à laquelle il conserve le nom de *turquoise* proprement dite.

Calaite.

La calaite se trouve tantôt en *masses réniformes mamelonnées*, tantôt en petites *veines aplaties*, et *disséminée* au milieu d'autres substances.

La cassure est plus ou moins *conchoïde*, rarement *inégale* ou un peu *esquilleuse*.

---

(1) D'après celui de *calais*, sous lequel Pline décrit une substance qui paraît être la même que celle dont il est ici question.

Dans la cassure, la couleur la plus ordinaire est un beau *bleu de ciel* qui tire souvent au *vert*. Il y a des teintes d'un *bleu de smalt*, d'autres d'un vert prononcé (*vert pomme, vert pistache*). La partie extérieure est souvent d'un *vert jaunâtre* ou *vert serin*, ou d'un *blanc verdâtre*, par suite d'altération.

Elle est *mate*; quelques variétés ont cependant un *léger éclat gras* dans la cassure.

Elle est *opaque*, ou très-rarement un peu *translucide sur les bords*.

Elle se laisse rayer par le quartz; cependant ses fragmens aigus y produisent une légère trace. Sa poussière est blanche.

Les parties extérieures décomposées, blanchâtres, happent à la langue. Pesanteur spécifique, 2,860 à 3,250.

Caractère chimique. La calaite est inattaquable par l'acide muriatique.

Après avoir donné la description générale de la calaite, dont on vient de voir l'abrégé, M. Fischer en distingue plusieurs variétés qu'il croit différentes l'une de l'autre par leur cassure, leur couleur, leur pesanteur spécifique et leur gisement : ce sont la *calaite* proprement dite, l'*agaphite* et la *johnite*.

1°. *Calaite* proprement dite. Elle se trouve en *masses réniformes, mamelonnées* : leur grosseur varie. Le plus gros morceau vu par M. Fischer a $3\frac{1}{2}$ pouces de long, et pèse 4 à 5 onces. — La couleur est un beau *bleu céleste* clair qu'on pourrait appeler *bleu turquoise* ou *bleu de calaite*. — *Opaque*, sans la moindre translucidité sur les bords. — Pesanteur spécifique, 2,860.

L'auteur rapporte à cette variété l'analyse que M. John

a publiée dans ses *Mémoires de Chimie*. Nous parlerons plus bas de cette analyse.

La calaite proprement dite n'a encore été trouvée qu'aux environs de Nichabour, dans le Khorasan en Perse. Elle paraît s'y rencontrer dans un terrain d'alluvion. D'après les parties terreuses qui remplissent ses fentes, on peut présumer qu'elle est empâtée dans une argile brunâtre. Les morceaux arrondis et roulés qu'on voit quelquefois dans le commerce appartiennent à cette variété.

2°. *Agaphite* ou *calaite conchoïde*. Cette variété, ainsi nommée en l'honneur de M. Agaphi, qui a visité les lieux d'où on l'extrait, se rencontre en petites *veines minces disséminées* : leur plus grande épaisseur est de 5 lignes. La couleur est un *bleu de ciel* de diverses teintes plus ou moins pâles ou foncées. La pierre étant mouillée, la couleur est plus vive. La cassure est *conchoïde*. Elle est *opaque*; cependant les éclats minces des variétés foncées sont *translucides sur les bords*. Pes. spéc. 3,250.

M. Fischer n'en connaît pas l'analyse exacte; il présume qu'on doit rapporter à cette variété une analyse qu'on l'a assuré avoir été faite par Gahn, d'où il résulterait que la matière colorante serait de l'*arséniate de fer*.

L'auteur dit que l'agaphite se trouve en couches, accompagnée d'un fer argileux endurci, auprès de Nichabour dans le Khorasan, (même canton que la calaite). Cependant il cite le passage suivant d'un rapport de M. Agaphi, qui indiquerait quelques différences de gisement : « La turquoise forme des veines qui paraissent » s'étendre en tout sens comme les branches d'un seul

» tronc; de sorte que lorsqu'on a trouvé une petite
» veine, on n'a qu'à la poursuivre pour en découvrir de
» plus importantes. La matrice de la turquoise se trouve
» en couches horizontales, depuis 1 ligne jusqu'à 10 li-
» gnes d'épaisseur; ou bien elle est disséminée, de sorte
» qu'on ne rencontre que très-rarement un morceau qui
» ait de 12 à 14 pouces de longueur et de largeur. Entre
» ces couches qui reçoivent la turquoise, ou en veines,
» ou disséminées en grains, ou réniformes, se trouvent
» aussi des couches de la matrice, de la même épaisseur,
» mais sans turquoise. On choisit parmi ces veines les
» morceaux qui contiennent des turquoises en masse et
» très-peu de matrice. On a beaucoup de peine à trouver
» parmi une grande quantité de morceaux une turquoise
» pure de la grosseur d'un pois : celles qui sont aussi
» grosses qu'une noisette sont bien rares et très-esti-
» mées (1). »

En résumant ces indications de gisement, qui laissent encore à desirer, il paraîtrait que, dans ce lieu, le sol, dont on ne fait pas connaître la nature principale, renferme des amas minces, aplatis, peu étendus, d'un fer argileux endurci, et que la turquoise se rencontre au

(1) M. Fischer a vu, chez un bijoutier de Moscou, une agaphite de la couleur la plus belle, taillée en forme de cœur, ayant 2 pouces 5 lignes de longueur, sur 2 pouces 9 lignes de largeur vers le haut. Elle était très-mince; aussi on avait été forcé de conserver la matrice d'un côté pour lui donner de la solidité. On assure qu'elle a servi de talisman au Nadir-Schah; on y lit un verset du Koran gravé en lettres dorées. On en demandait 5000 roubles.

milieu de ces amas, tantôt en petits filons ramifiés, tantôt disséminés en grains irréguliers ou réniformes.

3°. *Johnite*, ainsi nommée en l'honneur de M. John, chimiste prussien; ou *turquoise quartzeuse, vitreuse* ou *écailleuse*. Elle se trouve *disséminée* ou en *couches très-minces* dans un schiste siliceux noir (1). — Sa couleur est un *bleu céleste* clair qui passe au *vert*. — La cassure est *écailleuse*; elle est plus dure que les deux autres variétés; elle *raie fortement le verre*, mais n'étincelle pas sous le choc du briquet.

On n'a pas encore déterminé sa pesanteur spécifique, et elle n'a pas été analysée. Comme elle est accompagnée d'une substance siliceuse, il est à présumer qu'elle contient aussi de la silice.

On ne connaît pas son gisement : étant moins susceptible que les autres variétés de calaites d'être employée en bijouterie, elle se rencontre bien plus rarement dans le commerce.

C'est d'après un seul échantillon qu'il a vu dans la collection de M. Wagner, que l'auteur décrit sa *johnite*; mais il rapporte à cette variété des pierres bleues appor-

(1) Cette dénomination de *schiste siliceux* dont l'auteur se sert ici ne peut correspondre qu'au nom allemand *Kieselschiefer*. Cependant l'auteur parle ensuite, comme on va le voir, de *pierre à fusil*, de *pierre de poix*, etc. Or, ces deux dernières sous-espèces de quartz se trouvent dans des gisemens très-différens de ceux où l'on rencontre la première, le kieselschiefer. Cela peut donner lieu de présumer que la substance qui renferme la johnite n'est pas, comme l'indique l'auteur, un véritable kieselschiefer.

tées à Moscou par des marchands bukhares. Elles sont disséminées dans du quartz hyalin, quelquefois rose, ou bien elles forment des veines dans de la pierre à fusil, ou du quartz résinite, ou dans un schiste argileux graphique. Leur couleur bleue passe au vert-pré, au vert-poireau ou au vert-émeraude. Elles sont translucides sur les bords, et leur cassure est conchoïde, passant à l'écailleuse.

Telles sont, en abrégé, les descriptions que M. Fischer donne des diverses variétés de la turquoise pierre ou calaite. En tête de son Mémoire, il regarde cette substance minérale comme étant, en général, une *argile colorée par un oxide de cuivre ou par un arséniate de fer.* Cette première indication chimique est fondée sur l'analyse de M. John, qu'il applique à sa calaite proprement dite. La seconde n'a pour base qu'une présomption incertaine rapportée à l'agaphite.

M. John, en analysant la calaite, a obtenu pour résultat :

Alumine,	73;
Oxide de cuivre,	4,50;
Oxide de fer,	4;
Eau,	18;
Plomb et perte,	0,50.

Cette analyse remonte à 1811. Feu M. Descotils s'était occupé, vers le même temps, de l'analyse de la turquoise : son résultat, qu'il n'a pas publié, mais dont nous avons le précis écrit de sa main, est assez analogue à celui qu'on vient de rapporter. Il dit : « Les turquoises » orientales sont des hydrates d'alumine colorés par le » cuivre. »

Cependant il ajoute dans la même note : « J'ai cru » qu'il y avait un peu d'acide phosphorique, c'est-à-» dire que la matière colorante était du phosphate de » cuivre; mais je n'ai pu continuer cette recherche. » Cette dernière phrase fait voir que M. Descotils était sur la voie de la vérité. En effet, M. Berzelius, qui s'est occupé aussi récemment de la turquoise orientale ou calaite, a annoncé, dans son ouvrage sur l'*Emploi du chalumeau*, un résultat très-différent de celui de M. John et de M. Descotils. Il regarde la calaite comme étant un *mélange de phosphate d'alumine avec du phosphate de chaux et de silice coloré en vert et en bleu verdâtre par du carbonate et de l'hydrate de cuivre.* Il annonce avoir essayé deux vraies calaites qui lui avaient été remises par M. Strangways, et il en conclut que le résultat de M. John doit être rejeté. Il est en effet très-naturel d'imaginer que l'acide phosphorique aura pu échapper à M. John, de même qu'à Klaproth, à M. Davy et autres, dans les analyses du wavellite faites par eux avant l'époque peu ancienne où l'on a découvert de nouveaux moyens de reconnaître la présence de cet acide dans les minéraux.

Il reste cependant encore à décider si les trois variétés de turquoises-pierres décrites par M. Fischer sont réellement toutes des mélanges de phosphate; c'est ce qui mérite d'être confirmé par de nouvelles analyses, surtout par rapport à la johnite.

Turquoise odontolithe.

M. Fischer a traité de la turquoise odontholite, principalement sous le rapport zoologique.

Il établit que ce sont principalement des dents fossiles, plutôt que des ossemens, qui ont été employées comme turquoises. Il décrit dix variétés dont il a eu connaissance, et elles sont représentées dans trois planches jointes à son Mémoire. Une de ces planches est copiée sur celles que Réaumur a jointes à son Mémoire imprimé dans le *Recueil* de l'Académie royale des Sciences pour l'année 1715. Trois de ces dents fossiles lui paraissent provenir d'une espèce de mastodonte : une d'un animal voisin du paresseux; une autre du cerf; deux ont appartenu à des animaux carnassiers, et enfin, trois à des animaux inconnus.

Quant aux lieux où l'on a trouvé des turquoises odontolithes, l'auteur cite, d'après Réaumur, les environs de la ville de Simorre, département du Gers, et ceux de Castres; il indique en outre, d'après ses propres observations, le territoire de Miask en Sibérie et le gouvernement d'Olonetz; enfin, il rapporte quelques autres indications plus incertaines : le Nivernois, la Silésie, la Bohême (*Lissa*), la Suisse, le Cornouailles.

Suivant une analyse de Bouillon-Lagrange, les turquoises odontolithes sont colorées par deux centièmes de phosphate de fer. Leur couleur bleue ne leur est pas toujours naturelle; souvent il faut les chauffer pour la développer ou la rendre plus vive. Cette opération réussit même quelquefois sur des turquoises blanchâtres ou jaunâtres. Réaumur a indiqué ce procédé, et décrit le fourneau qu'on y emploie.

Les turquoises odontolithes se distinguent des turquoises de Perse ou calaites par leur moindre dureté, et par le tissu feuilleté qu'on y observe, lequel a du rap-

port avec celui de l'ivoire. En outre, elles sont dissolubles dans les acides, et se décolorent même par le vinaigre distillé; tandis que les calaites résistent à ces épreuves.

Sur *la Dilatation de l'air*.

Institut, 29 avril 1822.

MM. Welter et Gay-Lussac s'occupent de recherches sur la chaleur dégagée par les gaz, lorsqu'on fait varier leur volume sous des pressions très-différentes. Ils ont déjà obtenu plusieurs résultats, qu'ils se proposent de soumettre à l'Académie lorsque leur travail sera plus complet et plus digne de son attention; mais, en attendant, ils ont cru devoir lui communiquer un fait qui leur paraît très-singulier.

On sait que lorsqu'on dilate l'air ou tout autre fluide élastique, en augmentant l'espace dans lequel il est enfermé, il se produit du froid. Le fait que MM. Welter et Gay-Lussac ont observé consiste dans l'énoncé suivant :

« L'air qui s'échappe d'un vase en soufflant par une » ouverture, sous une pression quelconque, ne change » pas de température, quoiqu'il se dilate en sortant du » vase. »

Il semblerait résulter de là qu'il y a de la chaleur produite dans le souffle de l'air, et que cette chaleur est d'autant plus considérable que la différence de pression qui produit le souffle est plus grande, de telle manière que le réchauffement compense exactement le froid produit par la dilatation.

Ce fait expliquerait la chaleur qui se produit lorsque l'air entre dans un espace vide, ou occupé par de l'air à une pression moindre.

Il expliquerait encore pourquoi le souffle de la machine à colonne d'eau de Schemnitz produit du froid et congèle l'eau; tandis que le souffle du réservoir d'air de la pompe à feu de Chaillot, où la pression est constante et de 2,6 atmosphères, ne fait pas varier le thermomètre.

Sur *le Mouvement rétrograde de l'aiguille aimantée.*

Les physiciens ne voyaient pas sans regret que M. le colonel Beaufoy eût interrompu le cours de ses intéressantes observations des variations diurnes de l'aiguille aimantée; ils apprendront donc avec plaisir que le N° de mai des *Annals of Phylosophy* renferme de nouveau un tableau détaillé de ce genre d'observations pour le mois de mars 1822. Il résulte de ce tableau que les déclinaisons moyennes étaient :

Le matin, à 8h. 32′.	à 1 h. 29′, après midi.	à 6h. 20′ du soir.
24°.27′.38″	24°.36′.36″	24°.28′.45″.

Ces nombres, comparés à ceux de mars 1819, donnent, pour le *mouvement rétrograde* de la pointe nord de l'aiguille en trois ans :

Par les observations du matin,	5′.40″;
Par celle de 1 h. ½ après midi,	5′.06″;
Et par les observations du soir,	6′.32″.
Moyenne,	5′.46″;

d'où le mouvement annuel moyen rétrograde 1′.55″.

Plus de *quinze mille* observations de l'aiguille, faites à Paris de jour et de nuit, confirment aussi cette diminution de la déclinaison. Lorsque les autres conséquences que nous nous proposons de déduire de notre travail paraîtront suffisamment sûres, nous le publierons, et nous ferons alors connaître les valeurs numériques du changement annuel de déclinaison qui sont fournies par les observations des différentes heures de la journée.

Sur *la Température de l'intérieur du globe.*

Nous avons publié, dans les *Annales*, un recueil d'observations thermométriques faites par M. Fox et qui confirmaient cette conséquence, déjà déduite des travaux d'un grand nombre d'autres physiciens, que la température des mines est d'autant plus grande qu'elles sont plus profondes. L'exactitude des observations a été récemment contestée par M. Moyle, qui attribue ces températures élevées à la présence des ouvriers. Mais M. Fox a répondu à cette critique dans le N° de mai des *Annals of Philosophy*, et a prouvé, ce me semble, avec évidence, que, dans les circonstances ordinaires, les ouvriers et les lumières dont ils se servent n'augmentent pas sensiblement les températures des mines.

A la mine de Treskerby, par exemple, qui a 840 pieds anglais de profondeur, la température, deux jours après le départ des ouvriers, était + 24°,0 centigrades, comme pendant leur présence. L'eau qui coulait en abondance au fond de la mine marquait précisément le même degré.

Un thermomètre enterré de quelques pouces dans le sol, au fond de la plus profonde galerie de la mine de Dolcoath, à 230 brasses (fathoms) de la surface, a toujours marqué, pendant huit mois consécutifs, + 24°,2 centigrades. Durant tout cet espace de temps, les ouvriers n'ont jamais travaillé qu'à une grande distance du lieu où se trouvait le thermomètre.

EFFET *singulier de la chaleur sur la matière colorante du rubis.*

M. BREWSTER, qui avait soumis des rubis d'un rouge brillant à des températures élevées, observa pendant leur refroidissement les phénomènes singuliers que voici : A la température la plus haute, le rubis était devenu *vert*; durant le refroidissement, cette teinte verte s'affaiblit peu à peu, et finit par passer au *brun*; le brun, à son tour, se chargea graduellement de rouge, et le rubis reprit enfin sa teinte primitive.

Un rubis vert ne changea point de teinte par la chaleur. Un saphir vert-bleuâtre devint plus pâle à une température très-élevée; mais il reprit en se refroidissant sa couleur primitive.

(*Edimb. Philos. Journ.* XII. Avril 1822.)

Note sur la Composition chimique de la pyrite blanche efflorescente.

Par Mr J. Berzelius.

Il est connu que la forme cristalline de la pyrite blanche diffère si essentiellement de celle de la pyrite jaune, que M. Haüy a cru devoir les séparer comme deux espèces minérales différentes. Cependant l'analyse chimique ne trouve point de différence de composition entre ces deux substances (1), qui paraissent ajouter encore un exemple aux exceptions de la règle générale que fournissent la diversité des deux formes de la chaux carbonatée, et celle plus nouvellement observée (2) par M. Mitscherlich des deux formes du sur-phosphate de soude.

La pyrite blanche présente deux variétés, dont l'une, parfaitement cristallisée, se conserve dans l'air; tandis que l'autre, qui présente une cristallisation confuse, effleurit par l'exposition à l'air et tombe en une poussière évidemment vitriolique. Ce phénomène prouve donc une différence de composition entre ces deux variétés; différence qui méritait d'être étudiée pour apprendre à connaître si elle est de nature à pouvoir expliquer leur différence d'avec la pyrite jaune.

J'ai laissé effleurir pendant deux ans et demi un mor-

---

(1) *Nouveau Système de Minéralogie*, par M. Berzelius. Paris, 1819, p. 263.

(2) *Voyez* le *Mémoire* de M. Mitscherlich. xx.

ceau de pyrite blanche, et lorsqu'il fut entièrement désagrégé, j'en entrepris l'examen. Son volume était presque doublé; il était fendillé en tout sens, et tombait en morceaux au plus léger toucher. Une partie de sa masse était convertie en une poudre blanche, d'un goût styptique, et cette poudre commençait à jaunir sur les points extrêmes. Vu sous un microscope, il présenta une masse pleine de petites fentes remplies d'un sel blanc et effleuri, dont les interstices parurent être de la pyrite blanche, intacte et plus ou moins cristalline.

J'en ai traité une certaine portion par de l'eau; j'ai séparé la partie dissoute du résidu insoluble. Ce dernier consistait en partie en une poudre grossière qui était composée de petits cristaux de pyrite, et en partie d'une poudre plus fine, plus légère et d'une couleur grisâtre ou presque noire. Vue sous le microscope, cette poudre ne présentait autre chose que des particules brillantes de pyrites, sans aucune trace de soufre séparé et mélangé avec la pyrite.

a) La dissolution déposa, au contact de l'air, une ochre jaune; elle était donc entièrement neutre.

J'ai traité cette solution par de l'acide nitrique pour oxider le fer au *maximum*, et je l'ai ensuite décomposée moyennant le muriate de baryte et l'ammoniaque caustique. Elle m'a donné 2.03 gr. de sulfate de baryte, et, après la séparation de l'excès du muriate de baryte par de l'acide sulfurique, 0.68 gr. de peroxide de fer. Les poids sont entièrement ceux qu'aurait donnés le sulfate neutre de protoxide de fer ($\ddot{F}e\,\dddot{S}^2$); car,

$$29.16 : 9.78 = 2.03 : 6.809.$$

Le sel formé équivalait à 0.74 gr. de proto-sulfure de fer ($Fe\,S^2$); mais le résidu non décomposé de la pyrite pesait 4.653 gr., c'est-à-dire, six et sept fois autant que la partie effleurie.

b) Pour m'assurer que le résidu insoluble ne contenait point de soufre libre, j'ai dissous une portion de la partie la plus divisée par de l'acide nitro-muriatique jusqu'à une acidification entière du soufre. Il est resté un peu de silice non dissoute. La dissolution a fourni 0.64 gr. d'oxide de fer et 3.82 gr. de sulfate de baryte, ce qui s'accorde parfaitement avec la composition du deuto-sulfure de fer, c'est-à-dire, avec celle de la pyrite. Or donc, puisque la partie effleurie était un sulfate à base de protoxide qui ne contenait point d'acide en excès, et puisqu'il n'y avait point de traces de soufre séparé pendant l'efflorescence, il est évident que la partie effleurie a été du proto-sulfure de fer, $Fe\,S^2$, lequel on n'a pas encore trouvé en état isolé dans le règne minéral (1), et que le reste, qui n'était point sujet à effleurir, a été du deuto-sulfure, $Fe\,S^4$.

Les pyrites efflorescentes ne peuvent donc être autre chose que des particules plus ou moins bien cristallisées de $Fe\,S^4$, cimentées ensemble par des particules bien moins nombreuses, de $Fe\,S^2$, lesquelles se convertissent peu à peu, aux dépens de l'air et de son humidité, en $\ddot{F}e\,\dddot{S}^2$: la pyrite perd alors sa cohérence à mesure que le ciment des particules cristallisées se détruit.

---

(1) On se rappelle que la pyrite magnétique qui n'effleurit pas est une combinaison chimique de $Fe\,S^4 + 6\,Fe\,S^2$.

L'efflorescence ne contribue donc en rien à la solution de la question de la diversité des formes des pyrites jaunes et blanches.

SUR *un nouveau Moyen de préserver de la rouille tous les ustensiles de fer et d'acier.*

M. ARTHUR AIKIN, secrétaire de la Société des Arts et Manufactures, imagina, il y a quelque temps, que le caoutchouc fondu serait un bon préservatif contre l'oxidation du fer et de l'acier. Cette idée, soumise à l'expérience, a donné des résultats satisfaisans. Des plaques de fer et d'acier, à moitié recouvertes de caoutchouc, et déposées pendant six semaines dans un laboratoire, étaient, au bout de ce temps, presqu'entièrement corrodées dans leurs parties nues, tandis que celles qui étaient protégées par le caoutchouc n'offraient aucune altération.

Le caoutchouc doit être fondu dans un vase fermé. Il se fond à-peu-près à la même température que le plomb. Lorsqu'il est fluide, il faut le remuer avec un agitateur horizontal dont le manche s'élève au-dessus du couvercle, pour empêcher qu'il ne se brûle au fond.

M. Perkins a perfectionné ce procédé en dissolvant le caoutchouc dans de l'huile de térébenthine. Le vernis qui en résulte, après qu'on l'a convenablement laissé sécher, est ferme et ne s'altère plus à l'humidité. On l'enlève en se servant d'un pinceau très-doux plongé dans de l'huile de térébenthine chaude.

M. Perkins s'est servi avec avantage de cette espèce de vernis pour conserver intactes ses planches gravées sur l'acier.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Avril* 1822.

JOURS.	9 heures du matin			Midi.			3 heures du soir.			9 heures du soir.			Thermomètre.		État du ciel	Vents
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	à midi.
1	764,42	+ 5,8	51	763,78	+ 6,5	54	763,26	+ 5,0	61	763,70	+ 3,8	73	+ 6,5	+ 1,3	Couvert.	N. N. O.
2	760,77	+ 7,1	55	761,48	+ 8,5	36	761,83	+ 9,1	27	764,50	+ 5,3	36	+ 9,1	+ 4,9	Nuageux.	N. très-fort.
3	766,48	+ 6,0	36	766,34	+ 7,9	36	765,20	+ 9,5	35	765,06	+ 5,0	89	+ 9,5	+ 1,3	Nuageux.	N. N. E.
4	763,30	+ 9,0	45	762,87	+10,3	44	761,70	+12,0	44	761,90	+ 7,8	45	+12,0	+ 5,6	Couvert, léger brouil.	O. N. O.
5	759,83	+ 9,6	70	759,18	+11,6	55	758,00	+10,8	51	757,47	+ 6,4	69	+12,5	+ 5,5	Couvert.	N. O.
6	755,56	+10,6	71	755,02	+12,8	53	754,00	+13,8	45	754,60	+ 6,5	61	+13,8	+ 5,2	Très-nuageux.	O. N. O.
7	755,52	+ 9,0	69	755,63	+10,5	43	755,70	+10,6	49	757,09	+ 7,3	66	+11,5	+ 3,0	Très-nuageux.	N. O.
8	756,98	+ 8,1	64	756,22	+ 9,0	48	755,45	+ 9,0	45	755,54	+ 3,8	75	+ 9,0	+ 1,5	Nuageux.	N. N. E.
9	755,87	+ 5,4	84	753,55	+ 9,0	62	754,98	+ 8,5	65	755,72	+ 5,3	78	+ 9,0	+ 4,5	Quelques éclaircies.	N.
10	754,70	+ 7,5	69	753,80	+11,3	42	752,75	+11,9	37	753,70	+ 5,5	24	+11,9	+ 3,3	Quelques éclaircies.	N. E.
11	753,17	+ 7,5	52	751,83	+12,8	46	749,95	+14,8	42	749,40	+11,5	59	+14,8	+ 2,8	Nuageux.	E. N. E.
12	750,07	+13,3	81	751,46	+17,8	57	752,35	+17,3	39	755,35	+ 9,9	75	+17,8	+ 9,5	Couvert.	S.
13	758,38	+14,3	63	756,60	+17,5	56	758,35	+18,6	49	758,33	+13,7	68	+18,6	+ 7,9	Couvert.	S. O.
14	757,33	+18,0	62	756,50	+21,3	51	755,35	+21,6	49	755,37	+16,8	47	+21,6	+ 9,6	Nuageux.	S. E.
15	755,78	+18,8	58	755,04	+23,3	39	754,00	+22,4	32	754,33	+15,5	35	+23,3	+10,5	Légers nuages.	S. E.
16	755,68	+19,8	44	754,96	+22,1	30	754,35	+21,6	35	755,02	+15,0	80	+22,1	+ 9,2	Nuageux.	S. faible.
17	751,00	+11,8	81	752,80	+15,0	64	750,87	+18,8	46	749,90	+15,2	73	+19,3	+ 9,8	Légers nuages.	N.
18	746,77	+14,3	77	746,80	+17,3	52	746,90	+15,6	52	749,62	+ 8,3	86	+17,3	+ 8,2	Quelques éclaircies.	O.
19	751,51	+12,0	52	751,47	+16,5	39	751,50	+14,4	36	752,08	+ 8,8	60	+16,5	+ 4,5	Très-nuageux.	S.
20	752,50	+13,5	56	752,10	+15,8	40	751,28	+16,3	30	751,70	+ 9,2	56	+16,3	+ 6,0	Quelques éclaircies.	S. O.
21	750,90	+15,0	58	749,70	+17,3	39	747,24	+18,1	36	746,83	+11,0	56	+18,0	+ 4,8	Nuageux.	S.
22	743,30	+13,0	68	74[illegible],80	+ 9,3	80	742,91	+13,3	72	742,56	+ 7,1	90	+13,3	+ 7,1	Pluie abondante	O.
23	743,56	+13,1	50	744,2[illegible]	+16,0	37	745,03	+16,5	36	747,85	+ 9,6	79	+16,5	+ 8,5	Nuageux.	S. O.
24	752,16	+15,0	50	752,16	+16,8	33	751,33	+17,5	34	752,83	+ 8,8	69	+17,7	+ 4,6	Quelques éclaircies.	S.
25	753,50	+14,6	58	752,96	+16,0	42	75[illegible],78	+13,0	67	753,02	+14,8	89	+17,1	+ 6,0	Couvert.	S. O. fort.
26	757,44	+13,5	49	758,86	+15,7	34	759,73	+16,0	34	761,38	+ 9,3	60	+16,0	+ 7,0	Nuageux.	O.
27	761,55	+16,0	46	761,10	+19,5	34	760,52	+19,5	30	762,20	+13,3	65	+19,5	+ 5,0	Nuageux.	S.
28	764,23	+20,2	50	763,61	+22,2	43	762,93	+20,1	43	762,73	+10,3	55	+22,7	+10,7	Couvert.	S.
29	761,73	+19,5	42	760,82	+22,2	30	759,80	+23,1	20	760,40	+17,8	36	+23,1	+10,5	Beau.	E.
30	760,00	+19,7	45	759,57	+22,1	30	758,97	+21,7	24	759,40	+14,4	24	+22,1	+12,2	Beau.	E. fort.
1	759,97	+ 7,8	61	759,00	+ 9,7	47	758,29	+10,0	46	758,95	+ 5,9	57	+10,5	+ 3,6	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	753,52	+14,3	63	753,16	+17,9	4[illegible]	752,40	+18,1	41	753,11	+12,4	64	+18,7	+ 7,8	Moyenn. du 11 au 20.	Terrasse, 0,710
3	754,89	+16,0	52	754,61	+17,8	40	754,12	+17,9	38	754,92	+11,8	62	+18,7	+ 7,5	Moyenn. du 21 au 30.	Cour, 0,885
	755,93	+12,7	59	755,59	+15,1	45	754,9[illegible]	+15,3	42	755,66	+10,0	61	+16,0	+ 6,3	Moyennes du mois, +11°,1.	

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

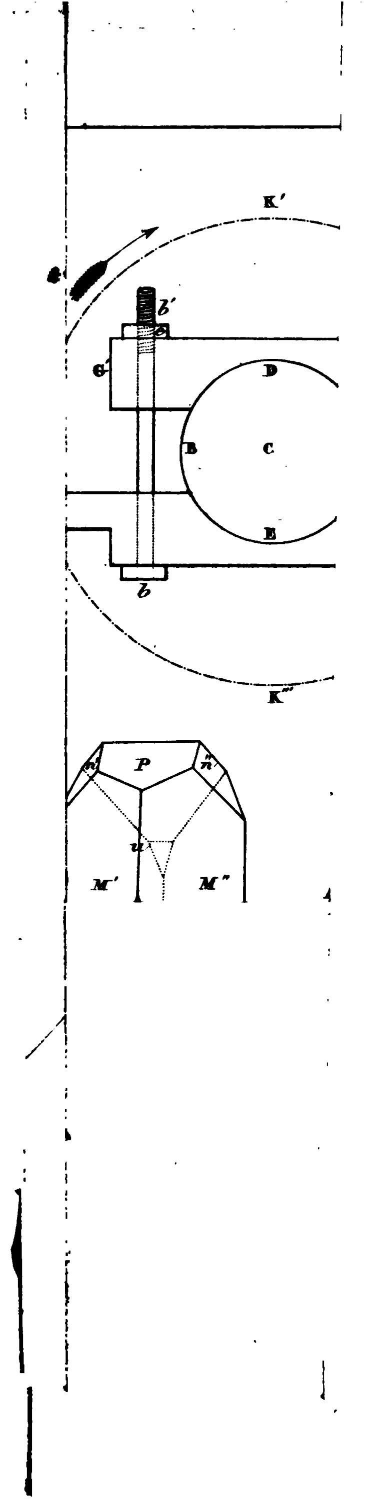
FIN DE LA TABLE DU DIX-NEUVIÈME VOLUME.

ERRATA *pour le Mémoire de M.* **Navier**, *p.* 244 *de ce volume.*

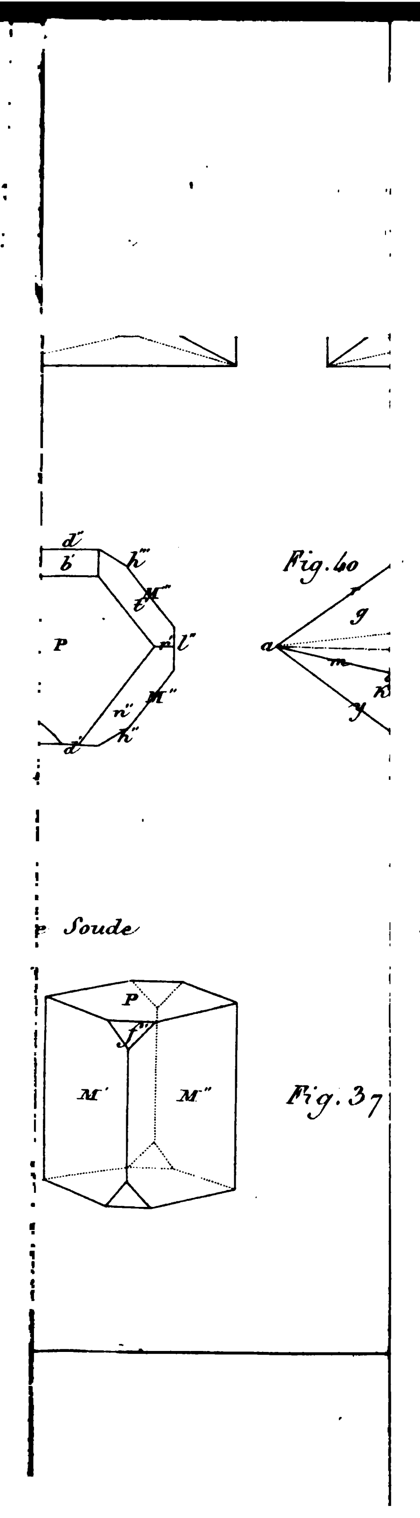
La lettre ρ doit être effacée dans le coefficient $\frac{\rho g \cdot \zeta}{\varepsilon \cdot \lambda}$, qui se trouve dans les trois expressions de u, pages 255 et 256.

Outre cette faute (dont il était facile de s'apercevoir, puisque le mouvement qui serait produit seulement par l'action de la pesanteur est nécessairement indépendant de la densité du fluide), je dois observer que le mouvement d'une masse de fluide coulant dans un tuyau très-petit d'une longueur indéfinie, dépend en partie des courbures qu'affectent les extrémités de la colonne du fluide. La solution donnée art. IV ne peut donc être appliquée sans restriction qu'aux cas où la considération de cette courbure peut être négligée; c'est-à-dire, quand le tuyau est en même temps assez gros pour que l'effet de la capillarité disparaisse, et assez long pour que le mouvement du fluide y devienne linéaire.

Quant à l'application faite dans l'art. V de la solution dont il s'agit, application qui était l'objet principal de ces recherches, elle n'est pas sujette à la restriction dont on vient de parler, puisque les extrémités de la colonne aboutissent à deux vases pleins de fluide.



K′
b′
e
G′
D
B
C
E
b
K‴
P
n′
n″
u
M′
M″


d'
b'
h'''
M'''
t'
P
r' l''
M''
n''
h''
d'
Fig. 40
r
g
a
m
k
y
Soude
P
f'
M'
M''
Fig. 37